

EDICT OF GOVERNMENT

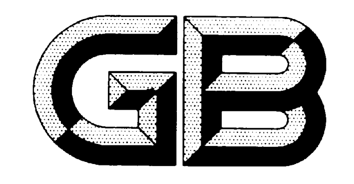
GB WTO 0364 (2012) (Chinese): Safety requirements for industrial automation products Part 8: Safety requirements for electrical actuator



BLANK PAGE



ICS 19.080; 25.040.01
N 10



中华人民共和国国家标准

GB ××××.8—××××

工业自动化产品安全要求
第 8 部分：电动执行机构的安全要求

Safety requirements for industrial automation products
Part 8: Safety requirements for electrical actuator

（报批稿）

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

目　　次

前　　言

GB ××××-××××的本部分的全部技术内容为强制性。

GB ××××《工业自动化产品安全要求》分为如下18个部分：

——第1部分：总则；
——第2部分：压力/差压变送器的安全要求；
——第3部分：温度变送器的安全要求；
——第4部分：控制阀的安全要求；
——第5部分：流量计的安全要求；
——第6部分：电磁阀的安全要求；
——第7部分：控制仪表的安全要求；
——第8部分：电动执行机构的安全要求；
——第9部分：数字显示仪表的安全要求；
——第10部分：记录仪表的安全要求；
——第11部分：可编程序控制器的安全要求；
——第12部分：回波测距（TOF）式物位计的安全要求；
——第13部分：磁致伸缩液位计的安全要求；
——第14部分：仪表电源的安全要求；
——第15部分：工业过程测量和控制用信号配电、隔离、转换单元的安全要求；
——第16部分：差压流量计的安全要求；
——第17部分：超声流量仪表的安全要求；
——第18部分：压力仪表辅助装置的安全要求。

本部分为GB xxxx 的第8部分。

本部分按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会（SAC/TC 124），全国测量、控制和实验室电器设备安全标准化技术委员会（SAC/TC338）归口。

本部分起草单位：中环天仪股份有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、上海自仪股份有限公司、宁夏银星能源股份吴忠仪表公司、上海工业自动化仪表研究所、重庆自动化仪表所、扬州电力设备修造厂、北京华控技术有限责任公司、重庆川仪总厂有限公司、上海威尔泰工业自动化股份有限公司、福建上润精密仪器有限公司。

本部分主要起草人：李云翱、包伟华、丁成卫、李明华、王玉敏、马煜峰、王勇、陆孝孟、蔡冰询、朱乐尧、费向军、刘仲刚、戈剑、梅恪、王建华、柳晓菁、郑旭

工业自动化产品安全要求
第 8 部分：电动执行机构的安全要求

1　范围

本部分规定了电动执行机构的防电击、机械危险、火焰从设备内向外蔓延、过高温、流体和流体压力的影响、爆炸和内爆的安全要求。

本部分不包括与安全无关的电动执行机构的可靠功能、性能或其他特性，运输包装的有效性，电磁兼容（EMC）要求，对爆炸环境的防护措施，安装、调试、维修（修理），安装、调试、维修（修理）人员的防护。

本部分适用于电动执行机构。

2　规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1633-2000 热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定（idt ISO 306:1994）

GB/T 4207-2003　固体绝缘材料在潮湿条件下相比电痕化指数和耐电痕化指数的测定方法（IEC 60112:1979,IDT）

GB 4208-2008 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2001, IDT)

GB4793.1-2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分:通用要求（IEC 61010-1:2001 IDT）

GB/T 5169.16-2008 电工电子产品着火危险试验 第16部分:试验火焰 50W水平与垂直火焰试验方法（IEC 60695-11-10:2003,IDT）

GB/T 5465.2-2008　电气设备用图形符号 第2部分：图形符号(IEC 60417 DB:2007,IDT)

GB/T 7354-2003　局部放电测量(IEC 60270:2000,IDT)

GB/T 11021-2007　电气绝缘 耐热性分级（IEC 60085:2004, IDT）

GB/T 11918-2001　工业用插头插座和耦合器 第1部分：通用要求(IEC 60309-1:1999, IDT)

GB/T 11919-2001　工业用插头插座和耦合器 第2部分：带插销和插套的电器附件的尺寸互换性要求(IEC 60309-2:1999,IDT)

GB/T 12113-2003　接触电流和保护导体电流的测量方法(IEC 60990:1999,IDT)

GB/T 16842-2008　外壳对人和设备的防护 检验用试具(IEC 61032-1:1997,IDT)

GB/T 16927（所有部分）　高电压试验技术[IEC 60060(所有部分)]

GB/T 16935.3-2005低压系统内设备的绝缘配合　第3部分：利用涂层、罐封和模压进行防污保护（IEC 60664-3: 2003, IDT）

3　术语和定义

GB4793.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB 4793.1中的某些术语和定义。

3.1 设备和设备的类别

工具　　tool

为帮助人来执行某种机械功能而使用的，包括钥匙和硬币在内的外部装置。

[GB 4793.1—2007，定义 3.1.5]

3.1　零部件和附件

3.1.1　端子 terminal

为使装置（设备）与外部导体相连而提供的一种元件。

注：端子可以含有一个或几个接触件，因此该术语也包括插座、连接器等。

[GB 4793.1—2007，定义 3.2.1]

3.1.2

功能接地端子　　functional earth terminal

用来直接与测量电路或控制电路的某一点，或者直接与某个屏蔽部分进行电气连接的，而且预定还要用来为安全目的以外的任何功能目的接地的端子。

注：对测量设备，该端子常被称为测量接地端子。

[GB 4793.1—2007，定义 3.2.2]

3.1.3

保护导体端子　　protective conductor terminal

为安全目的而与设备的导电零部件相连接的，而且预定还要与外部保护接地系统相连接的端子。

[GB 4793.1—2007，定义 3.2.3]

3.1.4

外壳　　enclosure

防止设备受到某些外部影响和防止从任何方向直接接触而提供的零部件。

[GB 4793.1—2007，定义 3.2.4]

3.1.5

挡板　　barrier

防止从任何正常接近的方向直接接触而提供的零部件。

注：外壳和挡板可以提供火焰蔓延的防护[见9.2.1b]]。

[GB 4793.1—2007，定义3.2.5]

3.2　电气量值

3.2.1

额定（值）　rated(value)

通常由制造厂针对元器件、装置或设备达到某一工作状态而给出的量值。

[GB 4793.1—2007，定义 3.3.1]

3.2.2

额定值　rating

一组额定值和工作条件。

[GB 4793.1—2007，定义 3.3.2]

3.2.3

工作电压　　working voltage

当电动执行机构以额定电压供电时，在任何特定的绝缘上能出现的最大交流电压有效值或直流电压值。

注1：瞬态值不考虑。

注2：开路条件和正常工作条件均要考虑。

[GB 4793.1—2007，定义 3.3.3]

3.3　试验

3.3.1

型式试验　　type test

针对特定的设计，为证明该设计和结构是否能满足本标准的一项或多项要求而对设备的一台或多台样品（或设备零部件）进行的试验。

注：这是对IEV 151-04-15定义的扩充，以便既包括设计要求又包括结构要求。

[GB 4793.1－2007，定义 3.4.1]

3.3.2

例行试验　　routine test

在制造中或制造后为确定装置（设备）是否符合某个判据而对每一台单独的装置（设备）进行的试验（见附录F）。

[GB 4793.1－2007，定义 3.4.2]

3.4　安全术语

3.4.1

（零部件的）可触及　accessible（of a　part）

当按 6.2 的规定能用标准试验指或试验针触及到的。

[GB 4793.1－2007，定义 3.5.1]

3.4.2

危险　　hazard

潜在的伤害源。

[GB 4793.1－2007，定义 3.5.2]

3.4.3

危险带电　　hazardous live

在正常条件或单一故障条件下能使之发生电击或电灼伤。

注：对正常条件适用的数值见6.3.1，对在单一故障条件下被认为是适用的更高的数值见6.3.2。

[GB 4793.1－2007，定义3.5.3]

3.4.4

电网电源　　mains

设计成使有关设备需要与其连接的、为设备提供电力为目的的低压供电系统[其值大于6.3.2　a）的规定值。]

注：有些测量电路也可以与供测量目的用的电网电源相连。

3.4.5

电源电路　　mains circuit

预定要与电网电源连接的、为电动执行机构提供电力的电路。

注：测量电路和利用感应原理从电网电源电路获得供电的电路不属于电网电源电路。

3.4.6

保护阻抗　　protective impedance

元器件、元器件的组件或者基本绝缘和限流或限压装置的组合，当其连接在可触及导电零部件与危险带电零部件之间时，其阻抗、结构和可靠性在正常条件和单一故障条件下提供的防护程度达到本标准的要求。

[GB 4793.1－2007，定义 3.5.7]

3.4.7

保护连接　　protective bonding

为使可触及导电零部件或保护屏与供外部保护导体连接用的装置具有电气连续性而进行的电气连接。

[GB 4793.1－2007，定义 3.5.8]

3.4.8

正常使用　normal use

按使用说明或按明显的预期用途的说明进行的操作，包括待机。

注：多数情况下，正常使用也指正常条件，因为使用说明书会警告用户不要在非正常条件下使用设备。

[GB 4793.1－2007，定义3.5.9]

3.4.9

正常条件　normal condition

防止危险的所有防护措施均完好无损的条件。

[GB 4793.1－2007，定义 3.5.10]

3.4.10

单一故障条件　single fault condition

防止危险的一个防护措施发生失效的条件或可能引起某种危险而出现一个故障的条件。

注：如果某个单一故障条件会不可避免地引起另一个单一故障条件，则这样的两个故障被认为是一个单一故障条件。

[GB 4793.1－2007，定义3.5.11]

3.4.11

操作人员　operator

按设备的预期用途来操作设备的人。

注：操作人员应当为这一目的而接受适当的培训。

[GB 4793.1－2007，定义3.5.12]

3.4.12

责任者　responsible body

负责设备的使用或维护和确保操作人员得到足够培训的个人或组织。

[GB 4793.1－2007，定义 3.5.13]

3.4.13

潮湿场所　wet location

可能存在水或其他导电液体，而且由于人体与设备之间的潮湿接触或人体与环境之间的潮湿接触而可能使人体阻抗减小的场所。

[GB 4793.1－2007，定义 3.5.14]

3.5　绝缘

3.5.1

基本绝缘　basic insulation

其失效会引起电击危险的绝缘。

注：基本绝缘可用于功能绝缘的目的。

[GB 4793.1－2007，定义3.6.1]

3.5.2

附加绝缘　supplementary insulation

除基本绝缘以外施加的独立的绝缘，用以保证在基本绝缘一旦失效时仍能防止电击。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.2]

3.5.3

双重绝缘　double insulation

由基本绝缘和附加绝缘构成的绝缘。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.3]

3.5.4

加强绝缘　reinforced insulation

其提供防电击能力不低于双重绝缘的绝缘，它可以由几层不能像附加绝缘或基本绝缘那样单独进行试验的绝缘构成。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.4]

3.5.5

污染　pollution

会导致介电强度或表面电阻率降低的固态、液态或气态（电离气体）的附加的外来物质。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.5]

3.5.6

污染等级　pollution degree

为了评价间隔距离而规定的下述微环境的污染等级。

注 1：外部物质和水分的积聚会引起被污染的绝缘体导电。

注 2：对污染等级 2 和污染等级 3 给出的最小电气间隙是基于经验而不是原始数据。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.6]

3.5.6.1

污染等级 1　pollution degree 1

无污染或只有干燥的非导电性污染，该污染无不利影响。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.6.1]

3.5.6.2

污染等级 2　pollution degree 2

通常仅有非导电性污染，但偶尔也会由于凝聚作用而短时导电。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.6.2]

3.5.6.3

污染等级 3　pollution degree 3

导电污染或干燥的非导电污染由于凝聚作用而变成导电。

注：在这种条件下，设备通常要防止暴露于直射的日光、降雨、强烈的风压中，但不用控制温度或湿度。

[GB 4793.1－2007，定义3.6.6.3]

3.5.7

电气间隙　clearance

两个导电零部件在空气中的最短距离。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.7]

3.5.8

爬电距离　creepage distance

两个导电零部件沿绝缘材料表面的最短距离。

[GB 4793.1－2007，定义 3.6.8]

3.6　与产品有关的定义

3.6.1

执行机构　actuator

将控制信号转换成相应的动作以控制阀内截流件的位置或其他调节机构的装置。信号或驱动力可为气动、电动、液动的或此三者的任意组合。

3.6.2

电动执行机构　electrical actuator

利用电作为动力源的执行机构。

4 试验

4.1 概述

本部分中的所有试验均是在电动执行机构或其零部件的样品上进行的型式试验。这些试验的唯一目的是要检验设计和结构是否能确保符合标准要求。此外，制造厂应当对所生产的、同时具有危险带电零部件和可触及导电零部件的电动执行机构100%的进行附录F的例行试验。

对满足本部分规定的相关标准要求且按这些要求使用的电动执行机构的分组件，在整个电动执行机构的型式试验期间不必再重复进行试验。

应当通过所有适用的试验来检验是否符合本部分要求，但如果对电动执行机构的检查确能证明肯定能通过某项试验，则该项试验可以省略。试验在下面条件下进行：

——基准试验条件（见4.3）；

——故障条件（见4.4）。

注：如果在进行符合性试验时，某个所施加的或测得的量值（如电压）的实际值由于有误差而存在不确定性，则：

——制造厂要确保施加的值至少是规定的试验值；

——试验部门要确保施加的值不大于规定的试验值。

4.2 试验顺序

除本部分另有规定者外，试验顺序可以任选。在每项试验后应当仔细对受试电动执行机构进行检查。如果对试验的结果有怀疑，怀疑如果试验顺序颠倒，任何前面的各项试验是否真能通过，则前面的这些试验应当重复进行。如果故障条件下的试验会损坏电动执行机构，则这些试验可以放在基准试验条件下的试验之后。

4.3 基准试验条件

4.3.1 环境条件

除本标准另有规定者外，试验场所应当具有下述环境条件：

a） 温度：15℃～35℃；

b） 相对湿度：不超过 75%；

c） 大气压力：86kPa～106kPa；

d） 无霜冻、凝露、渗水、淋雨和日照等。

4.3.2 电动执行机构状态

除另有规定者外，每项试验应当在组装好的供正常使用的电动执行机构上、且在4.3.2.1～4.3.2.9规定的最不利的组合条件下进行。

如果由于体积或质量原因不能对整台电动执行机构进行某些试验，则允许对分组件进行试验，只要经过验证证明组装好的电动执行机构能符合本部分的要求即可。

4.3.2.1 电动执行机构位置

电动执行机构处于正常使用时的任一位置，且任何通风不受阻挡。

4.3.2.2 附件

由制造厂建议的或提供的、与电动执行机构一起使用的附件和操作人员可更换的零部件应当连接或不连接。

4.3.2.3 盖子和可拆除的零部件

不用工具就能拆除的盖子或零部件应当拆除或不拆除。

4.3.2.4 电网电源

应当符合下面的要求：

a) 供电电压应当在电动执行机构能设置的任何额定供电电压的 90%～110%之间，或者如果对电动执行机构规定出要适应更大的电压波动，则供电电压应当达到该波动范围内的任何电压；
b) 频率应当为任何额定频率；
c) 使用交流单相电源的电动执行机构应当分别按正常极性连接或相反极性连接；

4.3.2.5 输入和输出电压

输入和输出电压，包括浮地电压但不包括电网电源电压在内，应当将其调节到额定电压范围内的任何电压上。

4.3.2.6 接地端子

对保护接地端子，如果有，应当接到大地。功能接地端子应当接地或不接地。

4.3.2.7 控制件

操作人员在不使用工具的情况下，能手动调节的控制件应当设置在任何位置上，但下列情况除外：
a) 电网电源选择装置应当设置在正确值的位置上；
b) 如果标在电动执行机构上的制造厂的标志禁止组合设置，则不得进行组合设置。

4.3.2.8 输出

对于提供电输出的电动执行机构：
a) 电动执行机构的工作状态应当能对额定负载提供额定输出功率；
b) 对任何输出，额定负载阻抗应当连接或不连接。

4.3.2.9 工作周期

短时或间歇工作的电动执行机构应当按制造厂使用说明书的规定，以最长的一段时间工作和以最短的一段时间恢复。

4.4 单一故障条件下的试验

4.4.1 概述

应当按下面要求：
a) 检查电动执行机构及其电路图通常就能判断是否有可能引起危险的和因此是否应当施加的故障条件。
b) 除了能证明某个特定的故障条件不可能引起危险外，各项故障试验均应当进行，或者选择检验符合性的规定的替换方法来代替故障试验[见 9b）和 9c)]。
c) 电动执行机构应当在基准试验条件（见 4.3）的最不利的组合条件下工作，对不同的故障，这些组合条件可以有所不同，在进行每一个试验时应当记录这些组合条件。

4.4.2 故障条件的施加

故障条件应当包括4.4.2.1～4.4.2.7规定的故障条件。这些故障条件一次只能施加一个，并应当按任何方便的顺序依次施加，不能同时施加多个故障，除非这些故障是施加某故障后引发的结果。

在每一次施加故障条件后，电动执行机构或零部件应当能通过 4.4.4 的适用的试验。

4.4.2.1 保护导体

保护导体应当断开，但对永久性连接式电动执行机构或使用符合GB/T 11918～GB/T 11919的连接器的电动执行机构除外。

4.4.2.2 短时或间歇工作的电动执行机构或零部件

如果单一故障条件下可能导致这些电动执行机构或零部件连续工作，则应当使其连续工作。各个单独的零部件包括电动机、继电器和其他电磁装置。

4.4.2.3 电动机

电动机应当在完全被激励的情况下使其停转或阻止其启动，选择其中较为不利者。

4.4.2.4 电容器

电动机辅助绕组电路中的电容器（自愈式电容器除外）应当将其短路。

4.4.2.5 电源变压器

电源变压器的次级绕组应当按 4.4.2.5.1 的规定将其短路，并按4.4.2.5.2的规定使其过载。在一个试验中损坏的变压器，允许修复或更换后再作下一个试验。

4.4.2.5.1 短路

在正常使用时接负载的每一个不带抽头的输出绕组和带抽头输出绕组的每一部分应当依次进行试验，一次试验一个来模拟负载短路。试验中过流保护装置保持在位，所有其他绕组接负载或不接负载，选择正常使用的负载条件中较为不利者。

4.4.2.5.2 过载

每一个不带抽头的输出绕组和带抽头的输出绕组的每一部分应当依次进行过载试验，一次试验一个。其他绕组接负载或不接负载，选择正常使用的负载中较为不利者。如果在4.4的故障条件试验时出现任何过载，则各次级绕组应当承受那些过载。

在绕组上跨接一个可变电阻器来进行过载试验。电阻器尽可能快地进行调节，如有必要，在1min后再次进行调节来保持该适用的过载。以后允许不再作进一步的调节。

如果用电流断路装置来提供保护，则过载试验电流为过流保护装置刚好能导通1h的最大电流。试验前，保护装置用可以忽略阻抗的连接来代替。如果该试验电流值不能从保护装置的规范中获得，则要通过试验来确定。

对设计成当达到规定的过载时输出电压即消失的电动执行机构，过载要缓慢地增加，达到刚好在引起输出电压消失的该过载点靠前的一个过载点。

在所有的其他情况下，该过载是从变压器能获得的最大输出功率。

4.4.2.6 输出

应当将各个输出短路，一次短路一个。

4.4.2.7 电路和零部件之间的绝缘

在电路和零部件之间，对低于针对基本绝缘规定的量值的绝缘应当将其短路，以检验是否能防止火焰的蔓延。

注：检验防止火焰蔓延的替换方法见9a)和9b)。

4.4.3 试验持续时间

4.4.3.1 概述

应当使电动执行机构一直工作到由所施加的故障产生的结果不可能再有进一步的变化为止。每项试验一般限制在1h以内，因为单一故障条件引发的二次故障通常就在那段时间内显现出来。如果有迹象表明最终可能产生电击、火焰蔓延或人身伤害的危险，则试验应当一直继续到出现这些危险为止，或者最长时间为4h，除非在此之前出现危险。

4.4.3.2 限流装置

如果为限制能易于触及到的零部件的温度而装有在工作时能切断或限制电流的装置，则不论该装置是否动作，均应当测量电动执行机构能达到的最高温度。

4.4.3.3 熔断器

如果因熔断器的断开而使某个故障中断，而且如果该熔断器不在约1s内动作，则应当测量有关故障条件下流过熔断器的电流。为了确定电流是否达到或超过熔断器的最小动作电流以及更长时间熔断器才动作，应当利用熔断器的预飞弧时间/电流特性来进行评定。通过熔断器的电流是会随时间而发生变化的。

如果在试验中电流未达到熔断器的最小动作电流，则应当使电动执行机构工作一段对应于最长的熔断时间，或者应当使电动执行机构连续工作4.4.3.1规定的时间。

4.4.4 施加故障条件后的符合性

4.4.4.1 防电击保护

在施加单一故障后，通过下面的测量来检验电击防护是否符合要求：

a) 通过进行6.3.2的测量来检验可触及导电零部件是否变成危险带电；

b) 通过对双重绝缘或加强绝缘进行电压试验来检验绝缘是否还有一重保护，电压试验按 6.8 的规定（符合性预处理除外）用对应于基本绝缘的试验电压来进行；

c) 如果电气危险防护是通过变压器内的双重绝缘或加强绝缘来实现的，则测量变压器绕组的温度。其温度不得超过表9规定的温度。

4.4.4.2 温度

通过测量电动执行机构外壳的外表面或能易于触及到的零部件外表面的温度来检验温度防护是否符合要求。

在 40℃的环境温度下，易接触表面的温度在正常条件下不得超过表 8 的规定值。

在最高额定环境温度下或在单一故障条件下，如果易接触表面温度超过表 9 规定的温度值，则制造厂应该在说明书中给出防止灼伤的警告说明（见 5.4.4），或者在相应位置标有表 1 的符号 13。

该温度是通过测量电动执行机构外表面或零部件的温升加上40℃，或者如果高于 40℃，则加上最高额定环境温度来确定。

4.4.4.3 火焰蔓延

通过将电动执行机构放在白色薄棉纸包裹的软木材表面上，电动执行机构包上纱布来检验着火蔓延的防护是否符合要求。熔融金属、燃烧的绝缘物、带火焰的颗粒等不得滴落到放置电动执行机构的表面上，而且棉纸或纱布不得碳化、灼热或起火。如果不可能引发危险，则绝缘材料的熔化应当忽略不计。

4.4.4.4 其它危险防护

按第7章和第8章以及第11～13章的规定来检验其他危险防护要求是否合格。

5 标志和文件

5.1 标志

5.1.1 概述

电动执行机构上应当标有符合5.1.2～5.2规定的标志。除了内部零部件的标志外，这些标志应当从外部就能看见，或者如果盖子是预定要由操作人员来拆下或打开的，则在不用工具拆下盖子后，这些标志应当从外部就能看见。适用于整台电动执行机构的标志不得标在操作者不用工具就能拆卸的零部件上。

量值和单位的文字符号应当符合 GB/T5465.2的规定，图形符号应当符合表1的规定。图形符号应当在文件中进行解释。

通过目视检查来检验是否合格。

5.1.2 标识

电动执行机构应当至少标有下列内容：

a) 制造厂或供应商的名称或商标；

b) 型号、名称或能识别电动执行机构的其他方法。如果标有相同识别标志（型号）的电动执行机构是在一个以上的生产场地制造的，则对每一个生产场地制造的电动执行机构，其标志应当能识别出电动执行机构的生产场地。

注：工厂地点的标志可以采用代码，而且不必标在电动执行机构的外部。

c) 制造年月和编号，或类似表述；

d) 电动执行机构的行程和力矩，或类似表述。

通过目视检查来检验是否合格。

5.1.3 电源

电动执行机构应当标有以下信息：

a) 电源性质：

1) 额定电网电源频率或频率范围；

2） 单相或三相交流电源；

注：就提供信息而言，标出下列内容可能是有益的：

——用单相交流电源的电动执行机构用表1中的符号2；

——用三相交流电源的电动执行机构用表1中的符号4。

b） 额定电源电压值或额定电源电压范围；

c） 最大额定功率，单位 W（有功功率）或单位 VA（视在功率），或者最大额定输入电流。

通过目视检查，以及通过测量功率或输入电流来检验c）规定的标志是否合格。测量应当在电流达到稳定状态后（通常1min后）进行，以避免计入任何起始冲击电流。电动执行机构应当处在消耗最大功率的状态。不考虑瞬态值，测得值大于标志值时，不得超过标志值的10%。

表1 符号

序号	符号	标准	说明
1		GB/T 5465.2（5031）	直流
2		GB/T 5465.2（5032）	交流
3		GB/T 5465.2（5033）	交直流
4	3～		三相交流
5		GB/T 5465.2（5017）	接地端子
6		GB/T 5465.2（5019）	保护导体端子
7		GB/T 5465.2（5020）	机箱或机架端子
8		GB/T 5465.2（5021）	等电位
9		GB/T 5465.2（5007）	通（电源）
10		GB/T 5465.2（5008）	断（电源）
11		GB/T 5465.2（5172）	全部由双重绝缘或加强绝缘保护的电动执行机构
12			小心，电击危险
13		GB/T 5465.2（5041）	小心，烫伤
14		ISO 7000	小心，危险（见注）
15		GB/T 5465.2（5268）	双位按钮控制的“按入”状态
16		GB/T 5465.2（5269）	双位按钮控制的“弹出”状态

注：要求制造厂说明在标有该符号的所有情况下都必须查阅文件，见5.4.1。

5.1.4　端子、连接件和操作装置

如果对安全是有必要的话，则对端子、连接器、控制件以及指示器，应当给出其用途的指示。如果没有足够的空间，可以使用表1的符号14。

注：对多针连接器的各个插针不必进行标志。

与电网电源相连的端子应当是能识别的：

下列端子应当按下面规定进行标志：

a）功能接地端子用表1的符号5；

b）保护导体端子用表1的符号6，但当保护导体端子是经认可的电网电源器具输入插座的一部分时除外。该符号应当标在靠近端子处或标在端子上；

c）对6.6.3允许与可触及导电零部件相连的控制和测量电路端子，如果该端子的这种连接不是显而易见的，则用表1的符号7；

注：该符号也可以被看作是用来表示不得将危险电压接到该端子上的警告符号。如果有可能发生操作人员会无意中进行这样的连接，则也要使用该符号。

d）与可触及导电零部件相连的可触及功能接地端子，应当标上这种连接情况的指示，除非这种连接是显而易见的。对这种标志可用表1的符号8。

通过目视检查来检验是否合格。

5.2　警告标志

警告标志在电动执行机构准备作正常使用时就能看见。如果某个警告标志适用于电动执行机构的某个特定部分，则该标志应当标在该特定部分上或标在其附近。

警告标志的尺寸应当按如下规定：

a）符号高度至少应当为2.75mm，文字高度至少应当为1.8mm，文字在颜色上应当与背景颜色形成反差。

b）在材料上模注、模压或蚀刻的符号或文字的高度至少应当为2.0mm，如果不打算在颜色上形成反差，则这些符号或文字至少应当具有0.5mm的凹陷深度或凸起高度。

如果为了保持电动执行机构提供的防护而需要责任者或操作人员去查阅说明书，则电动执行机构应当标有表1的符号14。符号14不需要与在说明书中作出的解释的符号一起使用。

如果说明书说明，操作人员可以用工具接触在正常条件下可能是危险带电的零部件，则应当标有警告标志，说明在接触前必须使电动执行机构与危险带电电压隔离或断开危险带电电压。

警告标志在5.1.4c)、6.5.1e)2）、6.6.2 、10.1、12.2中规定。

通过目视检查来检验是否合格。

5.3　标志耐久性

符合5.1.2～5.2要求的标志应当在正常使用条件下保持清晰可辨，并能耐受由制造厂规定的清洁剂的影响。

通过目视检查，以及通过对电动执行机构外侧的标志进行下述耐久性试验来检验是否合格。用布沾上规定的清洁剂（或者如果没有规定，则沾上异丙醇），用手不加过分压力地擦拭30s。

在上述处理后，标志仍应当清晰可辨，粘贴标牌不得出现松脱或卷边。

5.4　文件

5.4.1　概述

为了安全目的，应当随同电动执行机构提供含有下述内容的文件：

a）电动执行机构的预定用途；

b）技术规范；

c）使用说明；

d) 可从其获得技术帮助的制造商或供货商的名称和地址；

e) 5.4.2～5.4.5 规定的信息；

如果适用，警告语句和对标在电动执行机构上的警告符号所做的清楚的解释应当在说明书中给出，或者将其永久、清晰地标在电动执行机构上。特别是应当给出一段叙述，说明在标有表1符号14的所有的情况下均需要查阅文件，以便弄清潜在危险的性质以及必须采取的任何应对措施。

注：如果正常使用涉及对危险材料的处理，则要给出正确使用和安全措施的说明。如果电动执行机构制造厂规定或提供任何危险材料，则还要给出该危险材料的成分和正确处理的程序。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.2 电动执行机构额定值

文件应当包含下列信息：

a) 电源电压或电压范围，频率或频率范围，以及功率或电流额定值；

b) 所有输入和输出连接的说明；

c) 为电动执行机构设计给定的环境条件范围的说明（见第 1 章）；

d) 如果电动执行机构符合 GB 4208-2008，给出设备防护等级的说明。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.3 电动执行机构安装

文件应当包括安装和特定的交付使用的说明，以及如果对安全是必要的话，还应当包括在电动执行机构安装和交付使用过程中可能发生的危险的警告。如：

a) 装配、定位和安装要求；

b) 保护接地说明；

c) 与电源的连接；

d) 电源布线要求；

e) 特殊维护要求。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.4 电动执行机构的操作

使用说明应当包括：

a) 操作控制件及其用于各种操作方式的标识；

b) 不要将电动执行机构放在难以操作控制件的位置的说明；

c) 与附件和其他设备互连的说明，包括指出适用的附件、可拆卸的零部件和任何专用的材料；

d) 间歇工作限值的规范；

e) 在电动执行机构上使用的与安全有关的符号的解释；

f) 消耗材料更换的说明；

g) 如有必要，应给出防灼伤的警告说明。

在说明书中应当说明，如果不按制造厂规定的方法来使用电动执行机构，则可能会损害电动执行机构所提供的防护。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.5 电动执行机构的维护

对责任者为安全目的而需要涉及的预防性维护和检查应当给出足够详细的说明。说明书要建议责任者为检验电动执行机构是否仍处于安全状态而必需进行的任何试验。说明书还要给出警告，说明重复进行本部分的任何试验有可能损伤电动执行机构和降低对危险的防护。

对于使用可更换电池的电动执行机构，应当说明该特定电池的型号。

制造厂应当规定出只能由制造厂或其代理机构才能检查或提供的任何零部件。

对可更换的熔断器的额定值和特性应当作出说明。

通过目视检查来检验是否合格。

6 防电击

6.1 要求

电动执行机构在正常条件（见6.4）和单一故障条件（见6.5）下均应当保持防电击，电动执行机构的可触及零部件不得出现危险带电（见6.3）。

通过按6.2的规定来确定是否是可触及的零部件以及测量是否达到6.3规定的限值，然后通过 6.4～6.9的试验来检验是否合格。

6.2 可触及零部件的判定

除能明显看出者外，判定零部件是否可触及应当按6.2.1～6.2.3的规定来进行。除有规定者外，对试验指（见附录B）和试验针不得施加作用力。如果用试验指或试验针能接触到这些零部件，或者如果打开不认为是提供适当绝缘（见6.9）的盖子能接触到这些零部件，则认为这些零部件是可触及的。

如果在正常使用时操作人员预定会采取使零部件增加可触及性的任何操作，例如，调节控制件，则该操作应当在6.2.1～6.2.3的检查前进行。

6.2.1 检查

在每一个可能的位置上施加铰接试验指（见图B.2）。如果通过加力零部件会成为可触及，则施加刚性试验指（见图B.1），同时施加10N的力。施加的力要通过试验指的指尖施加，以避免出现楔入或撬开的动作。试验对所有的外部表面进行，包括底部。

6.2.2 危险带电零部件上方的开孔

将长100mm、直径4mm的金属试验针插入危险带电零部件上方的任何开孔。试验针应当自由悬挂，并允许进入达100mm。零部件只是因为本试验是可触及的，因此不需要采取6.5单一故障条件的防护的附加安全措施。

本试验对端子不适用。

6.2.3 预调控制件的开孔

将直径3mm的金属试验针插入预定需要用改锥或其他工具来接触预调控制件的孔。试验针以每一个可能的方向插入预调控制件的孔。插入深度不得超过从外壳表面到控制轴距离的三倍或100mm，取其较小者。

6.3 可触及零部件的允许限值

在可触及零部件与参考试验地之间，电压、电流不得超过6.3.1正常条件下的限值，也不得超过6.3.2单一故障条件下的限值。

6.3.1 正常条件下的值

在正常条件下有关量值大于下列限值即被认为是危险带电。只有当电压值超过a)的限值时，才采用b)和c)的限值。

a) 当电压限值为有效值 33V 和峰值 46.7V，或者直流值 70V。对规定在潮湿场所使用的电动执行机构，电压限值为有效值 16V 和峰值 22.6V，或者直流值 35V。

b) 电流限值为：

  1) 当用图 A.1 的测量电路测量时，对正弦波电流为有效值 0.5mA，对非正弦波或混合频率电流为峰值 0.7mA，或者直流值 2mA。如果频率不超过 100Hz，可以用图 A.2 的测量电路。对规定在潮湿场所使用的电动执行机构，用图 A.4 的测量电路。

  2) 当用图 A.3 的测量电路时，有效值 70mA，这一限值涉及较高频率下可能的灼伤。

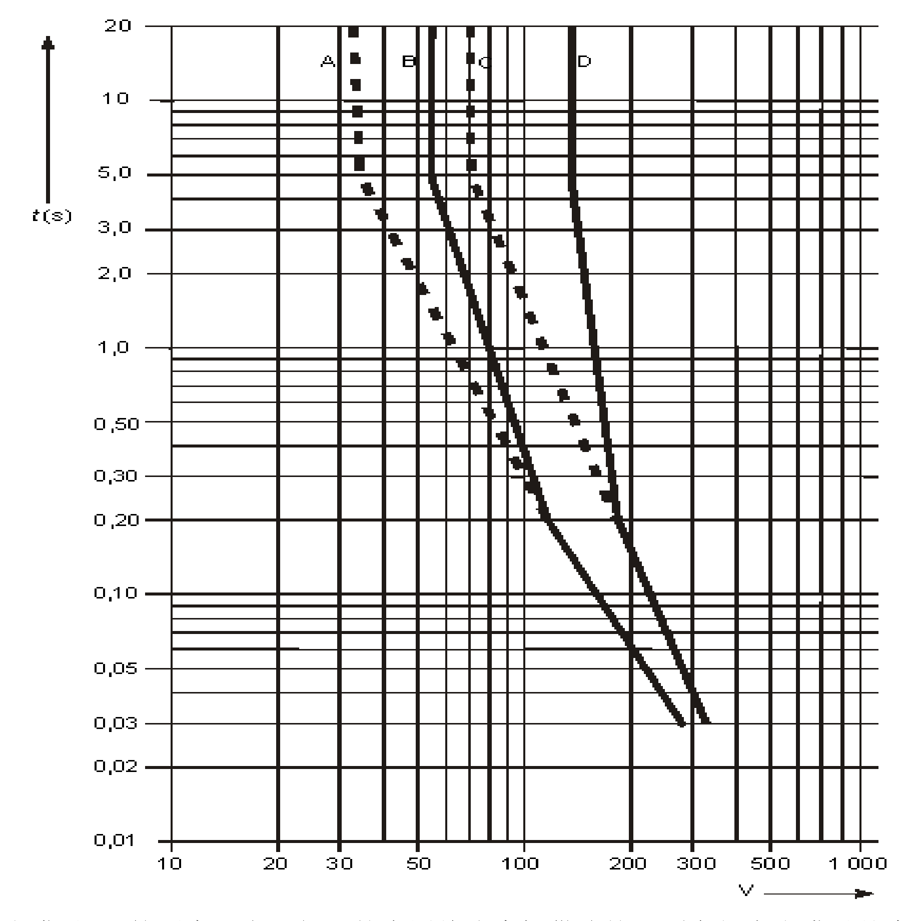
6.3.2 单一故障条件下的限值

在单一故障条件下有关量值大于下列限值即被认为是危险带电。只要电压超过a)的限值，则还要采用b)和c)的限值。

a) 电压限值为有效值 55V 和峰值 78V，或者直流 140V；对规定在潮湿场所使用的电动执行机构，电压限值为有效值 33V 和峰值 46.7V，或者直流 70V。对瞬时电压，其限值为图 1 的规定值，在 50kΩ 电阻器上测量。

b) 电流值为：

1. 当用图 A.1 测量电路测量时，对正弦波电流为有效值 3.5mA，对非正弦波或混合频率电流为峰值 5mA；或者直流 15mA。如果频率不超过 100Hz，可以用图 A.2 测量电路。对规定在潮湿场所使用的电动执行机构，用图 A.4 的测量电路；
2. 当用图 A.3 的测量电路测量时，有效值 500mA，这一限值涉及较高频率下可能的灼伤。



其中：A —— 潮湿条件下的交流限值　　C —— 潮湿条件下的直流限值

B —— 干燥条件下的交流限值　　D —— 干燥条件下的直流限值

图1　单一故障条件下瞬时可触及电压的短时最大持续时间[见 6.3.2a）]

6.4　正常条件下的防护

应当采用下面一个或一个以上的措施来防止可触及零部件成为危险带电：

a) 基本绝缘（见附录 D）；

b) 外壳。

外壳应当满足8.1的刚度要求。如果外壳用绝缘来提供防护，则它们应当满足基本绝缘的要求。

可触及零部件与危险带电零部件之间的电气间隙和爬电距离应当满足6.7的要求和基本绝缘适用的要求。

可触及零部件和危险带电零部件之间的固体绝缘应当能通过6.8对应基本绝缘的电压试验。

注：如果能通过6.8的介电强度试验，对固体绝缘无最小厚度要求。但是，在机械或热应力条件下，需要考虑第8章、第9章和第10章的要求。固体绝缘的局部放电试验在考虑中。

通过下面的测量和试验来检验是否合格：

a) 通过6.2的判定和6.3.1的测量，确定可触及零部件是否危险带电；

b) 按6.7的规定检查或测量电气间隙和爬电距离；

c) 6.8的基本绝缘的介电强度试验；

d) 8.1的外壳刚性试验。

6.5 单一故障条件下的防护

如果在 6.4 规定的初级保护装置出现单一故障的情况下可触及导电零部件会危险带电，则可触及导电零部件应当与保护导体端子相连，另一种方法是应用与保护导体端子相连的导电保护屏或挡板将这些可触及零部件与危险带电的零部件隔离。

按6.5.1至6.5.3的规定检验是否合格。

6.5.1 保护连接的完整性

应当采用下列措施保证保护连接的完整性：

a) 保护连接应当由直接的结构件，或独立的导体或者这二者组成。保护连接应当能承受 9.3 规定之一的过流保护装置将电动执行机构从电源上断开之前可能会经受到的所有热应力和电动应力。

b) 对承受机械应力的焊接连接应当采用与焊接无关的方法进行机械固定，这种连接不得用于其他目的，例如固定结构件。螺钉连接件应当紧固防止松动。

c) 可移动的导电的连接件，例如：铰接件、滑销件等，不得成为唯一的保护连接通路，除非将它们专门设计成供电气互连用，并满足 6.5.3 的要求。

d) 电缆的外部金属编织物即使与保护导体端子连接也不得认为是保护连接。

e) 保护导体可以是裸导体也可以是绝缘导体，绝缘的颜色应当是黄绿色，但下列情况除外：

  1) 对接地编织线，可以是黄绿色的也可以是无色透明的；

  2) 对内部保护导体以及和组件中的保护导体端子连接的其他导体，例如带状电缆、汇流条、软印制导线等，如果不可能因保护导体无标识而引起危险，则可以使用任何颜色。黄绿双色组合只能用于识别保护导体，而不得用于其他目的。

  注：在一些国家，使用绿色作为保护导体的颜色标识与黄绿双色组合是等效的。

f) 使用保护连接的电动执行机构应当装有满足 6.5.2 要求的端子并应当能适用于保护导体的连接。

通过目视检查来检验是否合格。

6.5.2 保护导体端子

保护导体端子应当满足下列要求。

a) 接触表面应当为金属表面。

注：选择保护连接系统的材料要能使端子与保护导体之间或与端子接触的任何其他金属之间的电化学腐蚀减小到最低限度。

b) 器具输入插座的整体式保护导体连接端应当认为是保护导体端子。

c) 对装有可拆卸软线的电动执行机构以及对永久连接式电动执行机构，其保护导体端子应当位于电源电路端子的近旁。

d) 电源电路的保护导体端子其载流能力至少应当与电源供电端子的载流能力相当。

e) 组合有其他端子的以及预定要手动连接和断开的插入式保护导体端子，例如电源线的插头和器具耦合器或插入单元的连接器组件，其设计应当使保护导体连接相对于其他连接最先接通和最后断开。

f) 如果保护导体端子还要用于其他连接目的，则应当首先用于连接保护导体，而且固定保护导体应当与其他连接无关，保护导体的连接方式应当确保不可能由于进行不涉及保护导体

的维修而将保护导体拆除，或者应当标有警告标志（见 5.2），说明拆除后需要更换保护导体。

g) 功能接地端子，如果有的话，应当提供独立于保护导体连接的连接。

h) 如果保护接地端子是一种连接螺钉，则该螺钉应当具有能与连接导体相应的尺寸，但不小于 M4，并至少应当能啮合 3 圈螺纹。保护连接所需的接触压力应当不会由于构成连接部分的材料的变形而减小。

通过目视检查来检验是否合格。还要通过下列试验来检验是否符合h）的要求。对金属件上的螺钉或螺母，连同被固定的最不利的接地导体，以及任何配套的导线固定装置的组件，当用表2规定的拧紧扭矩时，应当能承受3次装配和拆卸的操作而不发生机械失效。

表2 螺钉组件的拧紧扭矩

螺钉尺寸 mm	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
拧紧扭矩 N•m	1.2	2.0	3.0	6.0	10.0

6.5.3 电动执行机构的保护连接阻抗

保护导体端子与规定要采用保护连接的每一个可触及零部件之间的阻抗不得超过0.1Ω，电源线的阻抗不构成规定的保护连接阻抗的一部分。

通过施加试验电流1min，电流大小为直流25A或额定电源频率交流25A有效值，然后计算阻抗来检验是否合格。

6.6 与外部电路的连接

6.6.1 概述

与外部电路的连接应当不会：

a)在正常条件和单一故障条件下使外部电路的可触及零部件变成为危险带电；

b)或者在正常条件和单一故障条件下使设备的可触及零部件变成为危险带电。

应当通过对电路的隔离来实现保护，除非将电路的隔离短路不可能产生危险。

为达到上述的要求，制造商的说明书或设备的标志应当按适用的情况对每个外部端子给出以下信息：

1) 端子已设计成的能保持安全工作的额定条件(最大额定输入/输出电压，连接器特定的型号，已

设计的用途等)；

2) 为符合正常条件和单一故障条件下端子连接时的电击防护要求，对外部电路要求的绝缘额定值。

对端子的可触及性，见6.6.2。

按下列方法来检验是否合格：

i)通过目视检查；

ii)通过6.2的判定；

iii) 通过6.3和6.7的测量；

iv) 通过6.8介电强度试验(但潮湿预处理除外)。

6.6.2 外部电路的端子

在断开电源后10 s，从内部电容器接收电荷的端子不得危险带电。

由内部获得供电的、且危险带电电压超过有效值1 kV或直流1．5 kV，或者浮地电压超过有效值1kV或直流1．5 kV的端子应当是不可触及的。且有这种端子的设备其设计应当使连接器在未插合好时危险带电电压就不会出现，或者应当标有表1的符号12(见5．2)，以警告操作人员可能存在可触及危险电压。

当最大额定电压施加到未插合好的端子时，该端子是危险带电的，则该端子心当是不可触及的。

通过目视检查和按6．2的规定对可触及零部件的判定来检验是否合格。

6.6.3　具有危险带电端子的电路

这些电路不得连到可触及导电零部件，但非电网电源的电路，以及设计成要与一个处于低电位的端子接触件一起工作的电路除外。在这种情况下，可触及导电零部件不得危险带电。

如果这种电路也设计成要与一个处于非危险带电的电压、浮地的可触及接触件(信号低端)一起工作，则该端子接触件允许连到公共功能地端子或系统(例如同轴屏蔽系统)。该公共功能地端子或系统也允许连到其他的可触及导电零部件。

通过目视检查来检验是否合格。

6.6.4　供绞合导体用的可触及端子

供绞合导体用的可触及端子其设置的位置或采用的防护应当确保在不同极性的危险带电零部件之间,或这种零部件与其他可触及零部件之间,即使绞合导体的一根脱离端子也不会存在偶然接触的危险。除非不会存在偶然接触的危险是显而易见的(显而易见是更为可取的)。否则可触及端子应当标有标志，来表示它们是否能与可触及导电零部件相连[见 5.1.4c)]。

先剥去8 mm长的绝缘，使绞合导线中的一根自由活动，然后在完全插入绞合导线后，通过目视检查来检验是否合格。绞合导线中的一根在不向后撕开绝缘，或在不围绕挡板锐弯的情况下，以任何可能的方向弯曲时，不得接触到不同极性的零部件或其他可能触及零部件。

承载危险带电电压或电流的电路的可触及端子，其固定、安装或设计应当确保使这些端子在拧紧、松开时，或在进行连接时不会出现松动。

通过手动试验和目视检查来检验是否合格。

6.7　电气间隙和爬电距离

电气间隙和爬电距离在6.7.1～6.7.3中作出规定,以使能承受在电动执行机构预定要接入的系统上出现的过电压。对电气间隙和爬电距离也考虑了额定环境条件和电动执行机构中安装的或制造商说明书中要求的保护装置。

对内部无空隙的模制零部件,包括对多层印制电路板的内部各层,没有电气间隙和爬电距离的要求。

通过目视检查和测量来检验是否合格。在确定可触及零部件的电气间隙和爬电距离时，绝缘外壳的可触及表面被认为如同在能用标准试验指（见附录 B）触及到的该可触及表面任何地方包有金属箔那样是导电的。

6.7.1　一般要求

6.7.1.1　电气间隙

电气间隙被规定成要承受可能在电路中出现的，由外部事件（例如雷击或开关过渡过程）引起的，或者由电动执行机构运行引起的最大瞬态过电压。

电气间隙值取决于:

a)　绝缘类型（基本绝缘，加强绝缘等）；

b)　电气间隙的微环境污染等级。

在所有情况下，污染等级2的最小电气间隙为0.2mm，污染等级 3 的最小电气间隙为0.8mm。

如果电动执行机构被规定成能在高于2000m的海拔高度上工作,则其电气间隙要乘以从表3查得的系数，该系数不适用于爬电距离，但是爬电距离始终应当至少等于电气间隙的规定值。

表3　海拔 5000m 内的电气间隙倍增系数

额定工作海拔高度 m	倍增系数

≤2000	1.00
2001～3000	1.14
3001～4000	1.29
4001～5000	1.48

6.7.1.2　爬电距离

对于两电路之间的爬电距离，要使用施加在两个电路之间的绝缘上的实际工作电压。爬电距离采用线性内插值是允许的。爬电距离始终应当至少等于电气间隙的规定值，如果计算所得的爬电距离小于电气间隙，则爬电距离应当加大到电气间隙的数值。

对其涂层满足GB/T 16935.3的A类涂层要求的印制线路板，使用污染等级1的数值。

对加强绝缘，爬电距离应当是基本绝缘规定值的两倍。

就本条而言，材料按其CTI（相比漏电起痕指数）值被分为四个组别，如下：

材料组别Ⅰ　600≤CTI

材料组别Ⅱ　400≤CTI<600

材料组别Ⅲa 175≤CTI<400

材料组别Ⅲb 100≤CTI<175

上面的CTI值是指按GB/T 4207的规定，在为此目的专门制备的样品上，用溶液A来试验所获得的数值。

对玻璃、陶瓷或其他不产生漏电起痕的无机绝缘材料，爬电距离无需大于其相关的电气间隙。

附录E规定了能用于减小污染等级的方法。

爬电距离按附录C的规定测量。

6.7.2　电源电路

电气间隙和爬电距离应当满足表4的规定值。

表4　电源电路的电气间隙和爬电距离

相线-中线电压交流有效值V	电气间隙数值（见注1）mm	爬电距离数值/mm								
		污染等级 1		污染等级 2				污染等级 3		
		印制线路板 CTI≥100	所有材料组别 CTI≥100	印制线路板 CTI≥100	材料组别Ⅰ CTI≥600	材料组别Ⅱ CTI≥400	材料组别Ⅲ CTI≥100	材料组别Ⅰ CTI≥600	材料组别Ⅱ CTI≥400	材料组别Ⅲ CTI≥100
>50～≤100	0.1	0.1	0.25	0.16	0.71	1.0	1.4	1.8	2.0	2.2
>100～≤150	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.5
>150～≤300	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.1	3.0	3.8	4.1	4.7
>300～≤600	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.3	6.0	7.5	8.3	9.4

注 1：不同污染等级的最小电气间隙数值是：污染等级 2：0.2mm；污染等级 3：0.8mm。

注 2：所规定的数值是针对基本绝缘或附加绝缘的，对加强绝缘的数值是两倍基本绝缘的数值。

6.7.3　由电源电路供电的电路

6.7.3.1　电气间隙

对由电源电路供电的电路，其电气间隙应当符合表5规定的数值。

表5　由电源电路供电的电路的电气间隙

工作电压/V	电气间隙/mm			
交流有效值或直流值	电网电源电压 U ≤ 100V 额定脉冲电压 500V	电网电源电压 100V ＜ U ≤ 150V 额定脉冲电压 800V	电网电源电压 150V ＜ U ≤ 300V 额定脉冲电压 1500V	电网电源电压 300V ＜ U ≤ 600V 额定脉冲电压 2500V
50	0.05	0.12	0.53	1.51
100	0.07	0.13	0.61	1.57
150	0.10	0.16	0.69	1.64
300	0.24	0.39	0.94	1.83
600	0.79	1.01	1.61	2.41
1 000	1.66	1.92	2.52	3.45
1 250	2.23	2.50	3.16	4.16
1 600	3.08	3.39	4.11	5.21
2 000	4.17	4.49	5.30	6.48
2 500	5.64	6.02	6.91	8.05

6.7.3.2　爬电距离

对由电源电路供电的电路，其爬电距离与工作电压有关，应当符合表6规定的数值。

表6　由电源电路供电的电路的爬电距离

<table>
<tr><td rowspan="6">工作电压，有效 值或直流</td><td colspan="9">基本绝缘或附加绝缘</td></tr>
<tr><td colspan="2">印制线路板上</td><td colspan="7">其他电路</td></tr>
<tr><td colspan="2">污染等级</td><td colspan="7">污染等级</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td colspan="3">2</td><td colspan="3">3</td></tr>
<tr><td colspan="2">材料组别</td><td></td><td colspan="3">材料组别</td><td colspan="3">材料组别</td></tr>
<tr><td>III b</td><td>III a</td><td></td><td>I</td><td>II</td><td>IIIa-b</td><td>I</td><td>II</td><td>IIIa-b (见注)</td></tr>
</table>

10	0.025	0.04	0.08	0.40	0.40	0.40	1.00	1.00	1.00
12.5	0.025	0.04	0.09	0.42	0.42	0.42	1.05	1.05	1.05
16	0.025	0.04	0.10	0.45	0.45	0.45	1.10	1.10	1.10
20	0.025	0.04	0.11	0.48	0.48	0.48	1.20	1.20	1.20
25	0.025	0.04	0.125	0.50	0.50	0.50	1.25	1.25	1.25
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53	1.3	1.3	1.3
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.80	1.10	1.4	1.6	1.8
50	0.025	0.04	0.18	0.60	0.85	1.20	1.5	1.7	1.9
63	0.040	0.063	0.20	0.63	0.90	1.25	1.6	1.8	2.0
80	0.063	0.10	0.22	0.67	0.95	1.3	1.7	1.9	2.1
100	0.10	0.16	0.25	0.71	1.00	1.4	1.8	2.0	2.2
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4
160	0.25	0.40	0.32	0.80	1.1	1.6	2.0	2.2	2.5
200	0.40	0.63	0.42	1.00	1.4	2.0	2.5	2.8	3.2
250	0.56	1.0	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0
320	0.75	1.6	0.75	1.60	2.2	3.2	4.0	4.5	5.0
400	1.0	2.0	1.0	2.0	2.8	4.0	5.0	5.6	6.3
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5.0	6.3	7.1	8.0
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3	8.0	9.0	10.0
800	2.4	4.0	2.4	4.0	5.6	8.0	10.0	11	12.5
注 1：对高于 630V 污染等级 3 的应用场合不推荐材料组别 IIIb。 注 2：允许使用爬电距离的内插值。									

6.8　介电强度试验程序

6.8.1　参考试验地

参考试验地是电压试验的参考点，它是下面的一个或一个以上的零部件，如果是一个以上的零部件则要将它们连接在一起：

a）任何保护导体端子或功能接地端子；

b）任何可触及导电零部件，但对因未超过6.3.1的规定值而允许触及的任何带电零部件除外。

这种带电零部件要连接在一起，但不构成参考试验地的一部分。外壳的任何可触及绝缘部分，在除端子以外的每一个地方要包上金属箔，金属箔到端子的距离要不大于 20 mm。

c）外壳的任何可触及绝缘部分，在除端子以外的每一个地方要包上金属箔。对试验电压小于或等于交流峰值10kV或直流10kV时，从金属箔到端子的距离要不大于20mm，对于更高的电压，该距离要达到能防止飞弧的最小值；

6.8.2　潮湿预处理

为确保电动执行机构在1.4的潮湿条件下不会产生危险，在6.8.4的电压试验前，电动执行机构要进行潮湿预处理，在预处理期间电动执行机构不工作。

如果6.8.1要求包上金属箔，则要在完成潮湿预处理和恢复后包上金属箔。

能手动拆除的盖子要拆除，并与主机一起进行潮湿预处理。

预处理要在潮湿箱中进行，箱内空气相对湿度为92.5%±2.5%。箱内空气温度保持在40℃±2℃。

在加湿之前，电动执行机构要处在42℃±2℃环境中。通常在进行潮湿预处理前，将其保持在该温度下至少4h。

箱内的空气要搅动，且箱子的设计要使得凝露不致滴落在电动执行机构上。

电动执行机构在箱内保持48h，取出电动执行机构后打开其盖子，在4.3.1规定的环境条件下恢复2h。

6.8.3 试验的实施

6.8.4规定的试验要在潮湿处理后恢复时间结束时的1h内进行和完成。试验期间电动执行机构不工作。

如果在两个电路之间或某个电路与某个可触及导电零部件之间彼此是连接在一起的，或彼此是不隔离的，则在它们之间不进行电压试验。

与被试绝缘并联的保护阻抗和限压装置要断开。

在组合使用两个或两个以上保护装置的情况下（见6.5和6.6.1），对双重绝缘和加强绝缘所规定的电压就可能会加在不必承受这些电压的电路零部件上。为了避免出现这种情况，这样的零部件在试验期间可以断开，或者对要求双重绝缘或加强绝缘的电路零部件可以分开进行试验。

6.8.4 电压试验

进行电压试验要采用表7的规定值，不得出现击穿或重复飞弧。电晕效应和类似现象可忽略不计。

对固体绝缘，交流试验和直流试验是可任选其一的试验方法。绝缘只要通过这两种试验之一即可。在进行试验时，电压要在5s或5s以内逐渐升高到规定值，使电压不出现明显的跳变，然后保持5s。

脉冲试验是GB/T16927规定的1.2/50μs的试验，每一极性至少三个脉冲，间隔时间至少1s。如果是选择交流试验或直流试验，则对交流试验，试验的持续时间至少应当为三个周期，或者对直流试验，则应当为每一极性10ms持续时间的三倍。

双重绝缘或加强绝缘的试验值是表7中对基本绝缘试验值的1.6倍。

注1：在对电路进行试验时，可能难以将电气间隙的试验和对固体绝缘的试验分开进行。

注2：试验电动执行机构的最大试验电流通常要加以限制，以避免由于试验而发生危险以及由于试验不合格而损坏电动执行机构。

注3：设法观察绝缘材料内部的局部放电也许是有用的（见GB/T 7354-2003）。

注4：试验后要注意释放储存的能量。

表7 基本绝缘的试验电压

电气间隙 mm	脉冲试验 的峰值电压 1.2/50μs V	交流电压有效值 (50/60Hz) V	交流电压峰值(50/60Hz)或直流电压 V	电气间隙 mm	脉冲试验 的峰值电压 1.2/50μs V	交流电压有效值 (50/60Hz) V	交流电压峰值(50/60Hz)或直流电压 V

0.010	330	230	330	16.5	14000	7600	10700
0.025	440	310	440	17.0	14300	7800	11000
0.040	520	370	520	17.5	14700	8000	11300
0.063	600	420	600	18.0	15000	8200	11600
0.1	806	500	700	19	15800	8600	12100
0.2	1140	620	880	20	16400	9000	12700
0.3	1310	710	1010	25	19900	10800	15300
0.5	1550	840	1200	30	23300	12600	17900
1.0	1950	1060	1500	35	26500	14400	20400
1.4	2440	1330	1880	40	29700	16200	22900
2.0	3100	1690	2400	45	32900	17900	25300
2.5	3600	1960	2770	50	36000	19600	27700
3.0	4070	2210	3130	55	39000	21200	30000
3.5	4510	2450	3470	60	42000	22900	32300
4.0	4930	2680	3790	65	45000	24500	34600
4.5	5330	2900	4100	70	47900	26100	36900
5.0	5720	3110	4400	75	50900	27700	39100
5.5	6100	3320	4690	80	53700	29200	41300
6.0	6500	3520	4970	85	56610	30800	43500
6.5	6800	3710	5250	90	59400	32300	45700
7.0	7200	3900	5510	95	62200	33800	47900
7.5	7500	4080	5780	100	65000	35400	50000
8.0	7800	4300	6030	110	70500	38400	54200
8.5	8200	4400	6300	120	76000	41300	58400
9.0	8500	4600	6500	130	81300	44200	62600
9.5	8800	4800	6800	140	86600	47100	66700
10.0	9100	4950	7000	150	91900	50000	70700
10.5	9500	5200	7300	160	97100	52800	74700
11.0	9900	5400	7600	170	102300	55600	78700
11.5	10300	5600	7900	180	107400	58400	82600
12.0	10600	5800	8200	190	112500	61200	86500
12.5	11000	6000	8500	200	117500	63900	90400
13.0	11400	6200	8800	210	122500	66600	94200
13.5	11800	6400	9000	220	127500	69300	98000
14.0	12100	6600	9300	230	132500	72000	102000
14.5	12500	6800	9600	240	137300	74700	106000
15.0	12900	7000	9900	250	142200	77300	109000
15.5	13200	7200	10200	264	149000	81100	115000
16.0	13600	7400	10500				
注：允许采用试验电压的内插值法。							

6.9 防电击保护的结构要求

如果发生故障时可能会导致危险，则应当采取下列措施：

a) 对承受机械应力的导线连接的固定不得仅依靠焊接；

b) 对固定可拆卸的盖子的螺钉，若其长度已确定可触及导电零部件与危险带电零部件间的电气间隙或爬电距离，则该螺钉应当是不脱落的螺钉；

c) 导线、螺钉等的意外松动或脱落不得使可触及零部件成为危险带电。

下列材料不得用来作为安全目的的绝缘：

1) 容易受到损坏的材料（如漆，瓷釉，氧化层，阳极氧化膜）；

2) 未浸渍的吸湿性材料（如纸，纤维制品和纤维材料）。

通过目视检查来检验是否合格。

7 防机械危险

7.1 概述

在正常条件下或单一故障条件下操作不得导致机械危险。

注：电动执行机构外壳上所有易于接触到的边缘、凸起物、拐角、开孔、挡板、把手等应当光滑圆润，避免在正常使用电动执行机构时造成伤害。

按7.2～7.3的规定来检验是否合格。

7.2 运动零部件

在正常条件下或单一故障条件下，电动执行机构运动零部件应当不会挤破、划破或刺破可能接触它们的操作人员的身体的各个部位，也不得严重夹伤操作人员的皮肤。

通过目视检查来检验是否合格。如有怀疑，通过施加试验检验是否合格。

7.3 飞散零部件

如果一旦零部件损坏飞散开来，则控制阀应当能控制或限制可能会引起危险的零部件的能量。

对飞散的零部件所采用的防护装置应当是不借助工具就不能拆除的。

在施加4.4规定的相关故障条件后，通过目视检查来检验是否合格。

8 耐机械冲击和撞击

当电动执行机构承受在正常使用时可能遇到的冲击和碰撞时不得引起危险。电动执行机构应当具有足够的机械强度，元器件应当可靠地固定且电气连接应当是牢固的。

通过进行8.1和8.2的外壳刚性试验来检验是否合格。试验期间电动执行机构不工作。对不构成外壳一部分的零部件不进行8.1和8.2的试验。

试验完成后，电动执行机构应当能通过6.8的电压试验（但不进行潮湿预处理），并且用目视检查来检验：

a) 危险带电零部件是否变成可触及；

b) 外壳是否出现可能会引起危险的裂纹；

c) 电气间隙是否小于允许值，内部导线的绝缘是否受到损伤；

d) 是否出现可能会引起火焰蔓延的损坏。

饰面的损坏，不会使爬电距离或电气间隙减小到小于本部分规定值的小凹痕，以及对防电击或防潮不会带来不利影响的小缺口可忽略不计。对不构成外壳一部分的任何零部件的损坏可忽略不计。

8.1 外壳的静态刚性试验

电动执行机构要牢固地固定在刚性支撑面上并承受30N的力，力通过直径12mm硬棒上的半球面端部来施加。该硬棒应当施加在当准备使用电动执行机构时其可触及的以及其变形可能会引起危险的外壳的每一部分。

如果对非金属外壳在高温下是否能通过本试验有怀疑，则电动执行机构要在40℃的温度下，或在最高额定温度下（如果该温度更高）工作，直至达到稳定状态后再进行本试验。在进行本试验前要先断开电动执行机构的供电电源。

8.2 外壳的动态刚性试验

预定要由操作人员来拆除和更换的底座、盖子等要用在正常使用时可能施加的力矩将其固定螺钉拧紧。电动执行机构要牢固地固定在刚性支撑面上，试验要在正常使用时可能触及的以及如果损坏可能会引起危险的表面的任何位置进行。

对具有非金属外壳的电动执行机构，如果额定最低环境温度低于2℃，则使电动执行机构冷却到最低额定环境温度，然后在10min内完成试验。

试验使用钢球，最多试验三个点。试验能量为5J。

撞击元件为直径50mm、质量500g±25g的钢球。

试验按图2所示进行。对5J的能量，高度X为1m。

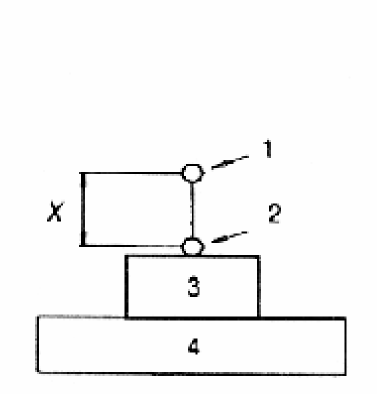
试验后，外壳应当符合基本绝缘的要求。

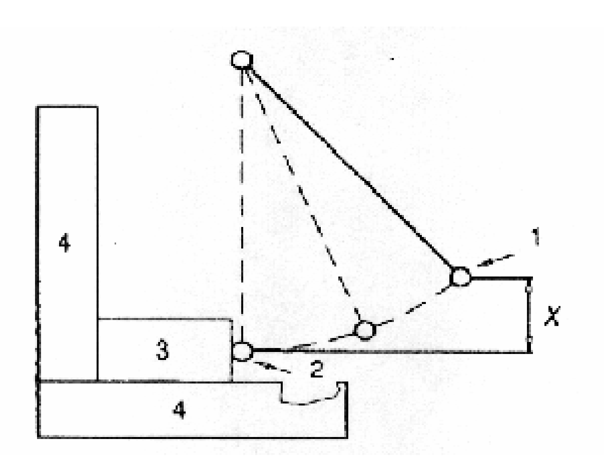
电动执行机构的下列零部件不进行本试验：

a) 操作面板；

b) 显示窗；

c) 不构成外壳一部分的零部件。





1——球的起始位置；

2——球的撞击位置；

3——试验样品；

4——刚性支撑面

图2 使用钢球的撞击试验

9 防止火焰蔓延

在正常条件下或单一故障条件下，火焰不得蔓延到电动执行机构的外面。图3是说明符合性检验方法的流程图。

至少采用下列的一种方法来检验是否合格。

a) 进行可能会导致火焰蔓延到电动执行机构外面的单一故障条件（见 4.4）下的试验。试验结果应当满足 4.4.4.3 的符合性判据。

b) 按 9.1 的规定检验是否消除或减少电动执行机构内的引燃源。

c) 按 9.2 的规定检验能否在一旦出现着火，火焰被控制在电动执行机构内。

这些供选择的方法可以全部在一台电动执行机构上使用，也可以针对不同的危险源或针对电动执行机构的不同部位在各台电动执行机构上采用。

注1：方法b)和c)是基于执行了规定的设计准则，相反，方法a)则是完全依靠单一故障条件下的试验。

注2：关于防电池引起的着火见12.2。

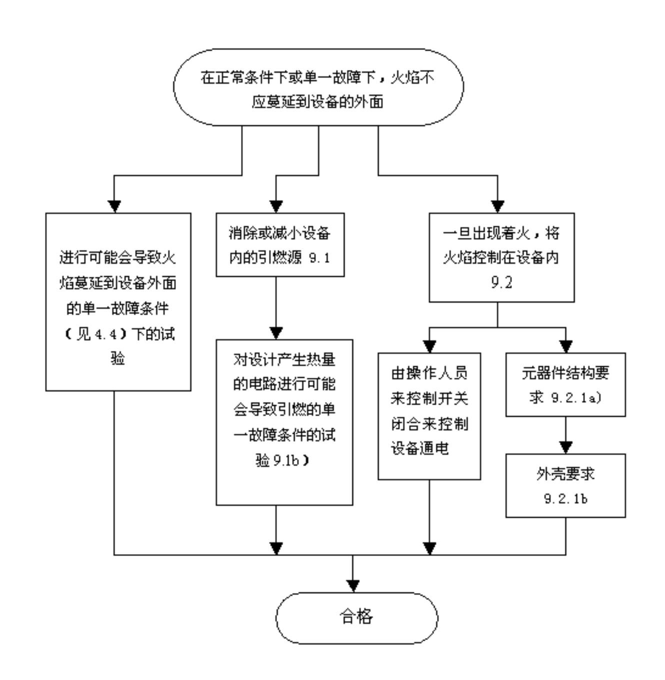


图3　说明防止火焰蔓延要求的流程

9.1　消除或减少电动执行机构内的引燃源

就每一个引燃源的引燃危险而言，如果满足下列要求，则认为引燃危险和着火出现率已被减小到允许的水平。

a)　不同电位的零部件之间的绝缘满足基本绝缘的要求，或能证明桥接绝缘不会导致引燃。

通过目视检查，如有怀疑，通过试验来检验是否合格。

b)　在设计成产生热量的电路中，当进行可能会导致引燃的任何单一故障条件（见 4.4）下的试验未出现引燃。

通过进行4.4的相关试验，采用4.4.4.3的判据来检验是否合格。

9.2　一旦出现着火，将火焰控制在电动执行机构内

如果电动执行机构和电动执行机构的外壳符合9.2.1的结构要求，则认为火焰蔓延到电动执行机构外面的危险已被减小到允许的水平。

通过目视检查以及按9.2.1的规定来检验是否合格。

9.2.1　结构要求

应当符合下列结构要求。

a)　绝缘导线应当具有相当于 GB/T 5169.16-2008 规定的 V-1 或更优的可燃性等级。连接器和安装元器件的绝缘材料应当具有 GB/T 5169.16-2008 规定的 V-2 或更优的可燃性等级（又见 13.4 印制板的要求）。

通过检查有关材料的数据，或对相关零部件的三个样品进行GB/T 5169.16-2008规定的V试验，来检验是否合格。样品可以是下列规定的任何一种样品：

1)　整个零部件；

2)　零部件的截取部分，要包含有壁厚最薄的和有任何通风孔的部分；

3)　符合 GB/T 5169.16-2008 的样品；

b) 外壳应当符合下列要求：

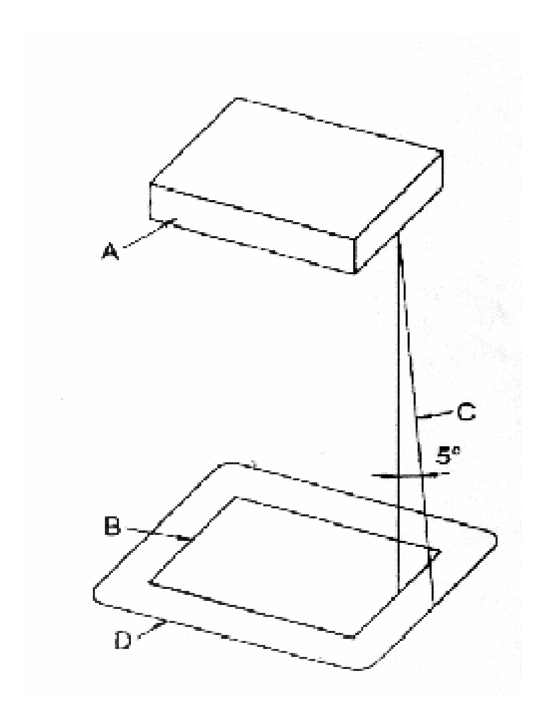
1) 外壳底部应当无开孔；

2) 外壳侧面包含在图 4 斜线 C 区域范围不得开孔；

3) 外壳应当用金属（镁除外）材料制成，或者用可燃性等级为 GB/T 5169.16-2008 规定的 V-1 或更优的非金属材料制成；

4) 外壳应当具有足够的刚性；

通过目视检查检验是否合格。如有怀疑，要求b）3）的可燃性等级按照a）中的要求进行检验。



A——被认为是危险着火源的电动执行机构的零部件和元器件。如果它是未另外防护的，或者是用其外壳进行局部防护的元器件的未防护部分，则该零部件和元器件包括电动执行机构的整个零部件和元器件。

B——A 的轮廓线在水平面上的投影。

C——斜线，用来划出结构要符合 9.2.1b)1)和 9.2.1b)2)规定的外壳底部和侧面的最小区域。该斜线围绕 A 的周边的每一点，以及相对于垂线呈 5° 夹角投射，其取向要确保能划出最大的面积。

D——结构要符合 9.2.1b)1)规定的底部的最小区域。

图4　结构要符合 9.2.1b)1)规定的外壳底部区域

9.3　过流保护

与电网电源连接的电动执行机构应当用熔断器、断路器、热切断器、阻抗限制电路或类似装置来进行保护，防止电动执行机构出现故障时从电网获得过大的能量。这种保护是要限制故障的进一步发展以及着火和火焰蔓延的可能性。过流保护装置也能在故障情况下提供防电击保护。

过流保护装置不得装在保护导线上，熔断器或单极断路器不得装在多相电动执行机构的中线上。

注1：过流保护装置（例如熔断器）最好要装在所有供电导线上。如果使用多个熔断器作过流保护装置，则熔断器座应当彼此靠近安装，这些熔断器应当具有相同的额定值和特性。过流保护装置，包括电源开关最好要装在电动执行机构中的电网电源电路的供电一侧。已认识到，在产生高频的电动执行机构中，还需要在电网电源与过流保护装置之间装上干扰抑制元件。

电动执行机构中的过流保护装置是可以任选的，如果不安装过流保护装置，则制造厂说明书应当规定在外部设施中要求过流保护装置。

通过目视检查来检验是否合格。

10 设备的温度限值和耐热

10.1 对防灼伤的表面温度限值

在 40℃的环境温度下，易接触表面的温度在正常条件下不得超过表8的规定值。

在最高额定环境温度下或在单一故障条件下，如果易接触表面温度超过表8规定的温度值，则制造厂应该在说明书中给出防止灼伤的警告说明（见5.4.4），或者在相应位置标有表1的符号13。

用防护装置来防护的，防止受到意外接触的表面不认为是易接触表面，只要该防护装置不用工具就不能被拆除即可。

表8 正常条件下的表面温度限值

零部件	限值/℃
1、 外壳的外表面	
a) 金属的	70
b) 非金属的	80
c) 正常使用是不可能被接触的小区域	100
2、 旋钮和手柄	
a) 金属的	55
b) 非金属的	70
c） 在正常使用时仅被短时间抓握的非金属零部件	85

按 10.4的规定通过测量，以及通过目视检查防护装置是否能防止意外接触表面，温度是否超过表8的规定值和是否不用工具就不能拆除来检验是否合格。

10.2 绕组温度

如果因温度过高可能会导致危险，则绕组绝缘材料的温度在正常条件下或单一故障条件下不得超过表9的规定值。

在正常使用条件下和在4.4.2.3的适用的单一故障条件下，以及在由于温度过高可能导致危险的任何其他单一故障条件下，按10.4的规定，通过测量来检验是否合格。

表9 绕组的绝缘材料

绝缘等级 （见 GB/T 11021）	正常条件 ℃	单一故障条件 ℃
A	105	150
B	130	175
E	120	165
F	155	190
H	180	210

10.3 其他温度的测量

就其他条款而言，如果适用，则要进行下列其他温度的测量。除另有规定外，试验要在正常条件下进行。

a) 在进行 10.5.1 的试验时，测量非金属外壳的温度（建立供 10.5.2 的试验用的基础温度）。

b) 用来支撑与电网电源连接的，且用绝缘材料制成的零部件的温度（建立供 10.5.3 的试验 a）用的温度）。

c) 电流超过 0.5A 的，以及如果在接触不良的情况下会散发大量热量的载流零部件的温度（建立供 10.5.3 的试验 a）用的温度）。

10.4 温度试验的实施

电动执行机构应当在基准试验条件下进行试验。除了另行规定特殊的单一故障条件外，要遵守制造厂说明书有关通风、间歇使用的限值等规定。

最高温度可以通过在基准试验条件下测量温升，然后将该温升值加上40℃，或加上最高额定环境温度（如果温度更高）来确定。

10.5 耐热

10.5.1 电气间隙和爬电距离的完整性

当电动执行机构在环境温度40℃或最高额定环境温度（如果温度更高）下工作时，其电气间隙和爬电距离应当符合6.7的要求。

如果对电动执行机构是否产生大量的热量有怀疑，则要使电动执行机构在4.3的基准试验条件下，但环境温度为40℃或最高额定环境温度（如果温度更高），通过电动执行机构工作来进行检验。在本试验后，电气间隙和爬电距离不得减小到小于6.7的要求值。

如果外壳是非金属材料的，则要在上述为10.5.2的目的而进行试验时测量外壳零部件的温度。

10.5.2 非金属外壳

非金属材料的外壳应当能耐高温。

在经过下列之一的处理后，通过试验来检验是否合格。

a) 非工作处理。电动执行机构不通电，在 70℃±2℃或在比 10.5.1 的试验时测得的温度高10℃±2℃的温度下（取其较高的温度）贮存 7h。如果电动执行机构装有用这种处理方法可能会受到损坏的元件,则可以对空外壳进行处理,然后在处理结束时装好电动执行机构。

b) 工作处理。电动执行机构在 4.3 的基准试验条件下工作，但环境温度要比 40℃高 20℃±2℃，或比最高额定环境温度（如果高于 40℃）高 20℃±2℃。

在经过处理后，危险带电零部件不得成为可触及，电动执行机构应当能通过8.1和8.2的试验，以及如有怀疑，则再另外进行6.8的试验（但不进行潮湿预处理）。

10.5.3 绝缘材料

绝缘材料应当有适当的耐热能力。

a) 对用来支撑与电网电源连接的且用绝缘材料制成的零部件,应当采用电动执行机构内一旦发生短路而不会导致危险的绝缘材料制成。

b) 如果在正常使用时，端子承载电流超过 0.5A，以及如果在不良接触的情况下散发大量的热量,则支撑这些端子的绝缘件应当采用其软化程度不会达到可能导致危险或进一步短路的材料来制成。

在有怀疑的情况下，通过检查材料的数据来检验是否合格。如果材料数据不能令人确信，则要进行下列之一的试验。

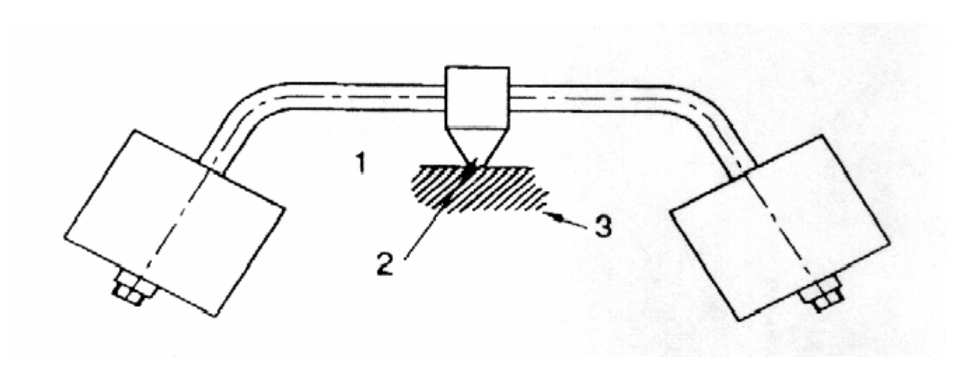
1) 采用至少 2.5mm 厚的绝缘材料样品，用图 5 的试验装置来进行球压试验。试验在加热箱内进行，箱内温度为按 10.3b）或 10.3c)的规定测得的温度±2℃，或 125℃±2℃，取其较高的温度。对被试零部件的支撑要确保使其上表面呈水平状态，然后使试验装

置的球面部分以 20N 的力压在该表面上。1h 后取下试验装置，并将样品浸入冷水中，使样品在 10s 内冷却到接近室温。由球体引起的压痕的直径不得超过 2mm。

注1：如有必要，可以使用零部件的两个或多个截取部分来获得所要求的厚度。

注2：对骨架，仅支撑或保持端子在位的那些部分才需要进行该试验。

2) GB/T 1633 的方法 A 的维卡软化试验。维卡软化温度至少应当为 130℃。



1——被试部分；

2——试验装置的球形部分；

3——支撑件

图5 球压试验装置

11 防液体危险

11.1 电池电解液

电池的安装应当确保使电池电解液的泄漏不会损害安全。

通过目视检查来检验是否合格。

11.2 特殊保护的设备

如果制造厂对电动执行机构按符合 GB4208 规定的防护等级来规定和标志，则电动执行机构防进水应当达到规定的等级。

通过目视检查以及通过对设备进行GB4208规定的相应的处理来检验是否合格。在该处理后，电动执行机构应当能通过6.8的电压试验（但不进行潮湿预处理），而且可触及零部件不得超过6.3.1的限值。

12 爆炸和内爆

12.1 元器件

如果电动执行机构及其分组件内安装了因过热或过载易于引起爆炸的元器件，未装有压力释放装置，电动执行机构外壳的强度应能确保不会对操作人员造成危险（见 7.3 飞散的零部件）。

压力释放装置的位置应当确保在卸荷时不会给操作人员造成危险。其结构应当确保任何压力释放装置不会被阻塞。

12.2 电池和电池的充电

电池不得由于过度充电、放电或由于电池安装时极性不正确而引起爆炸或出现着火危险。如果有必要，电动执行机构中应当提供防护，除非制造厂的说明书规定，该电动执行机构只能使用具有内部保护的电池。

如果由于装上错误型号的电池（例如，如果规定要装具有内部保护的电池）可能会引起爆炸或着火危险，则应当在电池舱、安装支架上或在其近旁标上警告标记，而且还应当在制造厂说明书中给出警告语句。可接受的标志是表 1 的符号 14。

如果电动执行机构具有能对可充电电池充电的装置，且如果不可充电电池有可能被安装和连接在电池舱内，则应当在电池仓内或其近旁标上标志（见 5.2）。该标志应当给出警告，防止对不可充电电池充电，同时还应当标出能与充电电路一起使用的可充电电池的型号。可接受的标志是表 1 的符号 14。

电池舱的设计应当做到不可能因可燃性气体的积聚而引起爆炸和着火。

为确认某一元器件失效不会导致爆炸或着火危险，通过目视检查，包括检查电池数据来检验是否合格。如有必要，在其失效有可能导致这种危险的任何一个元器件上（电池本身除外）进行短路或开路试验。

对预定要由操作人员来更换的电池，试着反极性安装一块电池，应当无危险发生。

13 元器件

13.1 概述

如果涉及安全，则元器件应当按其规定的额定值使用，除非已作出特定的例外规定。元器件应当符合下列之一的要求：

a) 某个相关的国家标准或 IEC 标准的适用的安全要求，不要求符合该元器件标准的其他要求。如果对应用有必要，则元器件应当承受本部分的试验，但不需要再进行已在检验元器件标准符合性时完成的等同或等效的试验；

b) 本标准的要求，以及如果对应用有必要，相关的国家标准或 IEC 元器件标准任何附加的适用的安全要求；

c) 本标准的要求，如果无相关的国家标准或 IEC 标准；

d) 某个非国家标准或 IEC 标准的适用的安全要求。这些适用的安全要求至少要与相关的国家标准或 IEC 标准的适用的安全要求相当，只要该元器件已由经认可的检测机构按该非国家标准或 IEC 标准获得批准即可。

注：即使试验采用非国家标准或IEC标准，只要试验已由经认可的检测机构完成并确认符合适用的安全要求就无需重新进行试验。

图6是表示符合性检验方法的流程图。

通过目视检查，以及如有必要，通过试验来检验是否合格。对电动机和变压器，如已经通过4.4.2.3、4.4.2.5和13.2适用的试验，则无需再进一步试验。

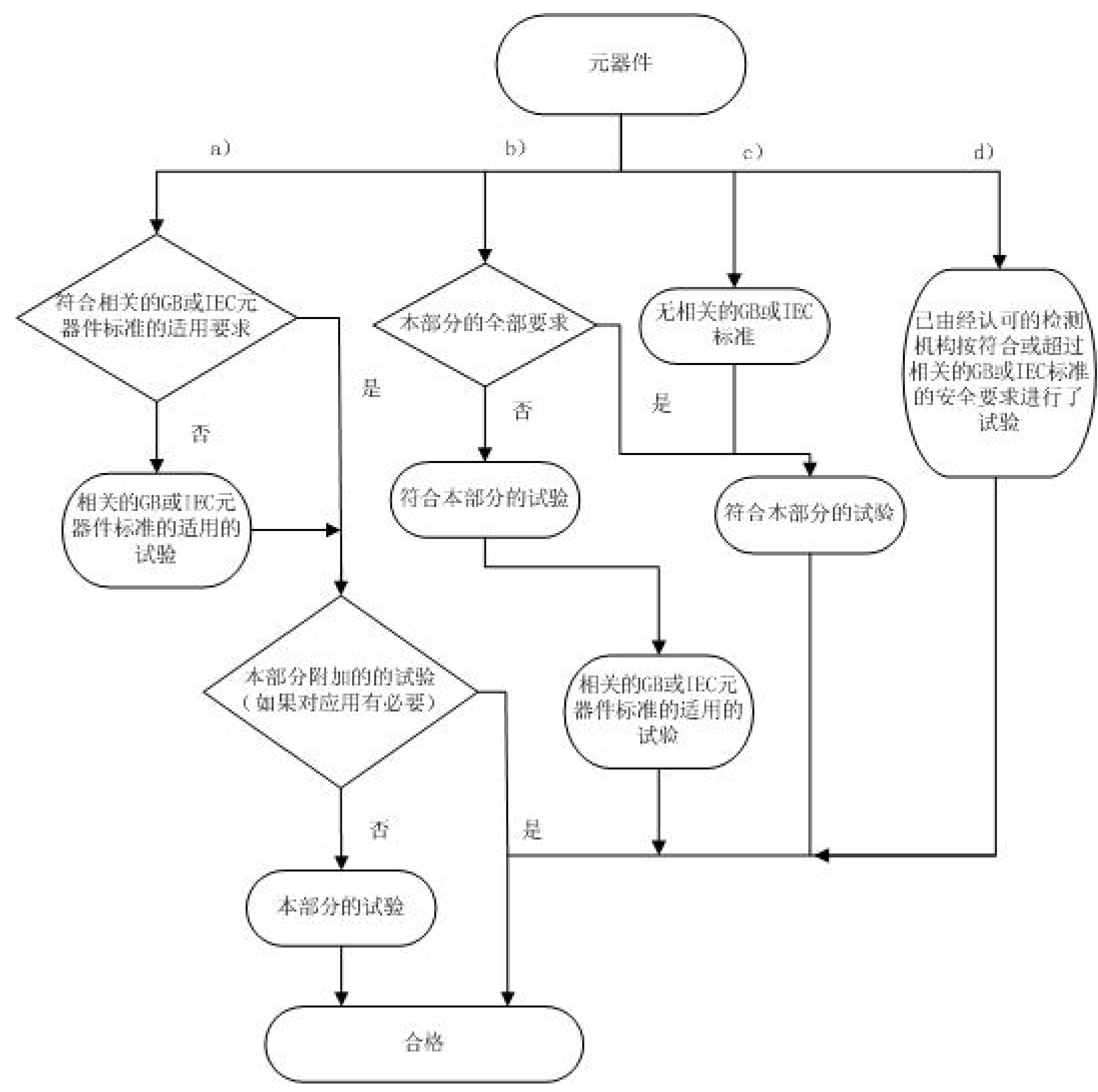


图6　符合性选项 13.1a)、b)、c）和 d）的流程图

13.2　电动机

在单一故障条件下，电动机绕组的温度不超过表9。

在4.4.2.3的故障条件下，按10.2的规定，测量单一故障条件下的温度来检验是否合格。

13.3　在电动执行机构外部试验的电源变压器

如果电源变压器在电动执行机构外部进行试验（见 4.4.2.5）可能会影响试验结果，则应当在与电动执行机构内相同的环境条件下进行试验。

通过4.4.2.5规定的短路和过载试验，然后通过4.4.4.1 b)和c)的试验来检验是否合格。如果对变压器安装在电动执行机构内能否通过4.4.4和10.2的其他试验有任何怀疑，则要重新对安装在电动执行机构内部的变压器进行试验。

13.4　印制线路板

印制线路板应当采用可燃性等级为GB/T 5169.16-2008 的 V-1 或更优的材料。

通过检查材料的数据来检验可燃性额定值是否合格。另一种可供选择的方法是，在三个相关零部件的样品上，通过进行GB/T 5169.16-2008规定的V试验来检验是否合格。样品可以是下列规定的任一种样品：

a)　完整的零部件；

b)　零部件的截取部分，包括壁厚最薄的和带有任何通风孔的区域；

c)　符合 GB/T 5169.16-2008 规定的样品。

13.5　用作瞬态过压限制装置的电路和元器件

如果在电动执行机构内采取对瞬态过压进行抑制的措施,则任何过压限制元器件或电路应当承受表17中适用的脉冲承受电压，10个正极性脉冲和10个负极性脉冲，脉冲间隔时间最长为1min，脉冲由1.2/50μs脉冲发生器（见GB/T 16927）产生。该脉冲发生器应当产生1.2/50μs的开路电压波形和 8/20μs的短路电流波形，且输出阻抗（峰值开路电压除以峰值短路电流）应当符合表18的规定。

对测量电路，试验电压在表17中作出规定。对其他电路，试验电压与测量类别Ⅱ的规定值相同。

表10　脉冲承受电压

电网电源标称相线-中线电压/V（交流或直流）	规定的脉冲承受电压/V		
	测量类别		
	II	III	Ⅳ
50	500	800	1500
100	800	1500	2500
150	1500	2500	4000
300	2500	4000	6000
600	4000	6000	8000
1000	6000	8000	12000

表11　脉冲发生器的输出阻抗

测量类别	输出阻抗/Ω
III和 IV II	2 12 （见注）
注：可以在较低阻抗的发生器上串联电阻，使阻抗增加到该相应的数值。	

通过上面的试验来检验是否合格，试验后应当没有过载迹象，或者不得出现元器件性能的劣变。

附　录　A

（规范性附录）
接触电流的测量电路
（见 6.3）

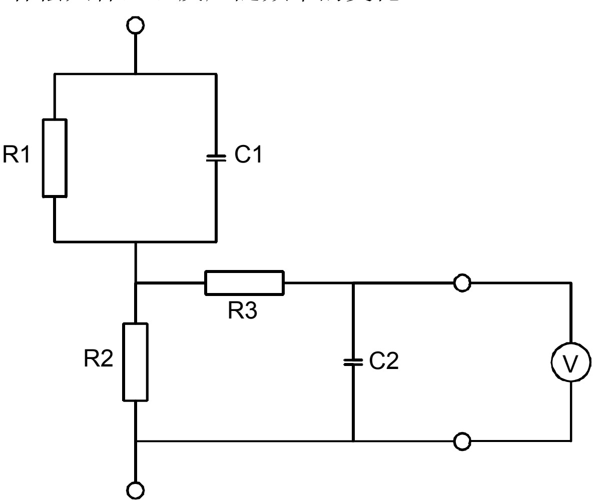
注： 本附录是以GB/T 12113 规定的测量接触电流的程序为基础的，该标准也规定了测试电压表的特性。

A.1　频率小于或等于 1MHz的交流和直流的测量电路

用图 A.1 的电路测量电流，并用下面公式计算：

$$I = \frac{U}{500}$$

式中：
I——电流，单位为安培（A）；
U——电压表指示的电压，单位为伏特（V）。
该电路代表人体阻抗和补偿人体生理反应随频率的变化。



R1 = 1 500 Ω

R2 = 500 Ω

R3 = 10 kΩ

C1 = 0,22 μF

C2 = 0,022 μF

图 A.1　频率小于或等于 1MHz 的交流和直流测量电路

A.2　频率小于或等于 100Hz的正弦交流和直流的测量电路

当频率不超过 100Hz 时，用图 A.2 的任一电路测量电流，当用电压表时，电流由下式计算：

$$I = \frac{U}{2000}$$

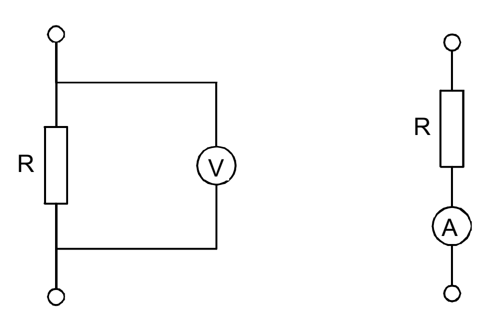
式中：

I——电流，单位为安培（A）；

U——电压表指示的电压，单位为伏特（V）。

该电路代表频率不超过 100Hz 时的人体阻抗。

注： 2000Ω 的阻值包括测量仪表的阻抗。



R = 2 000 Ω

图 A.2 频率小于或等于 100Hz 的正弦交流和直流测量电路

A.3 高频电灼伤电流的测量电路

用图 A.3 的电路测量电流，并按下式计算：

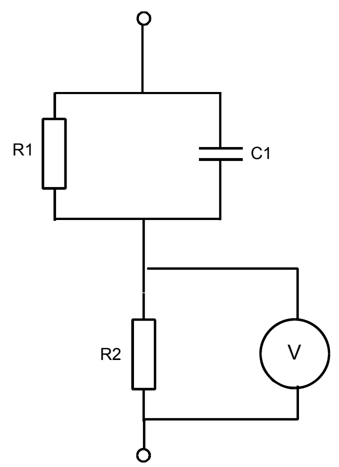
$$I = \frac{U}{500}$$

式中：

I——电流，单位为安培（A）；

U——电压表指示的电压，单位为伏特（V）。

该电路补偿高频对人体生理反应的影响。



R1 = 1 500 Ω

R2 = 500 Ω

C1 = 0,22 μF

图 A.3 电灼伤电流测量电路

A.4 潮湿接触电流的测量电路

用图 A.4 的电路测量潮湿接触电流，并按下式计算：

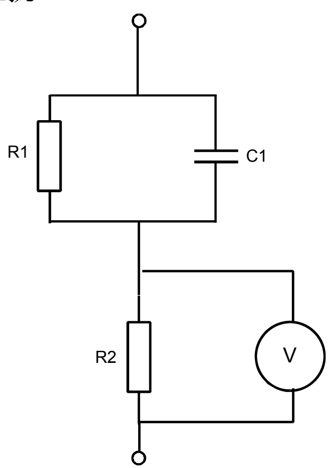
$$I = \frac{U}{500}$$

式中：

I——电流，单位为安培（A）；

U——电压表指示的电压，单位为伏特（V）。

该电路代表无皮肤接触电阻的人体阻抗。



R1 = 375 Ω

R2 = 500 Ω

C1 = 0,22 μF

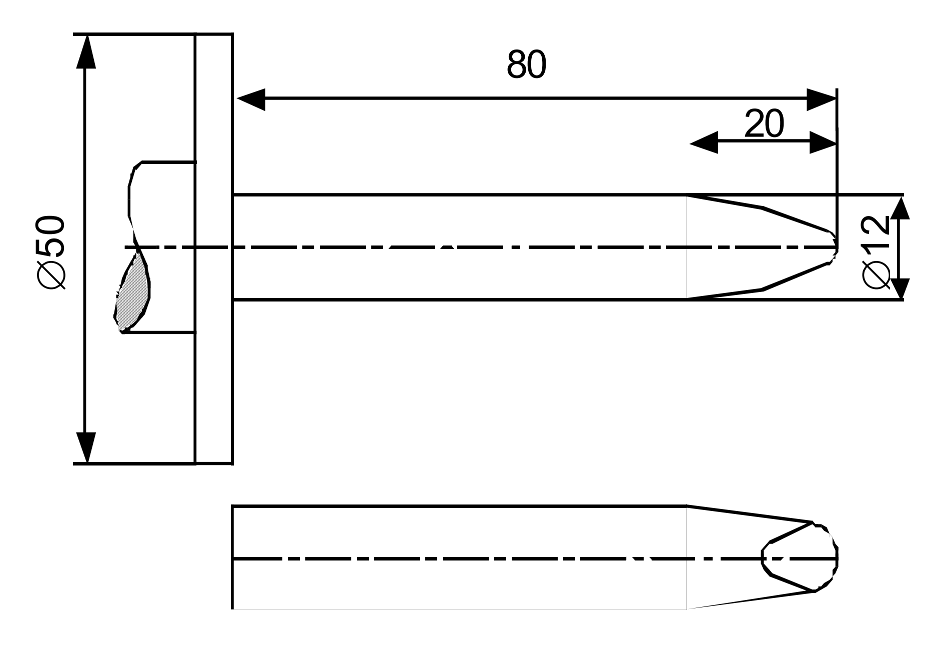
图 A.4 潮湿接触电流测量电路

附　录　B

（规范性附录）
标准试验指
（见 6.2）

附录 B（规范性附录）标准试验指（见 6.2）

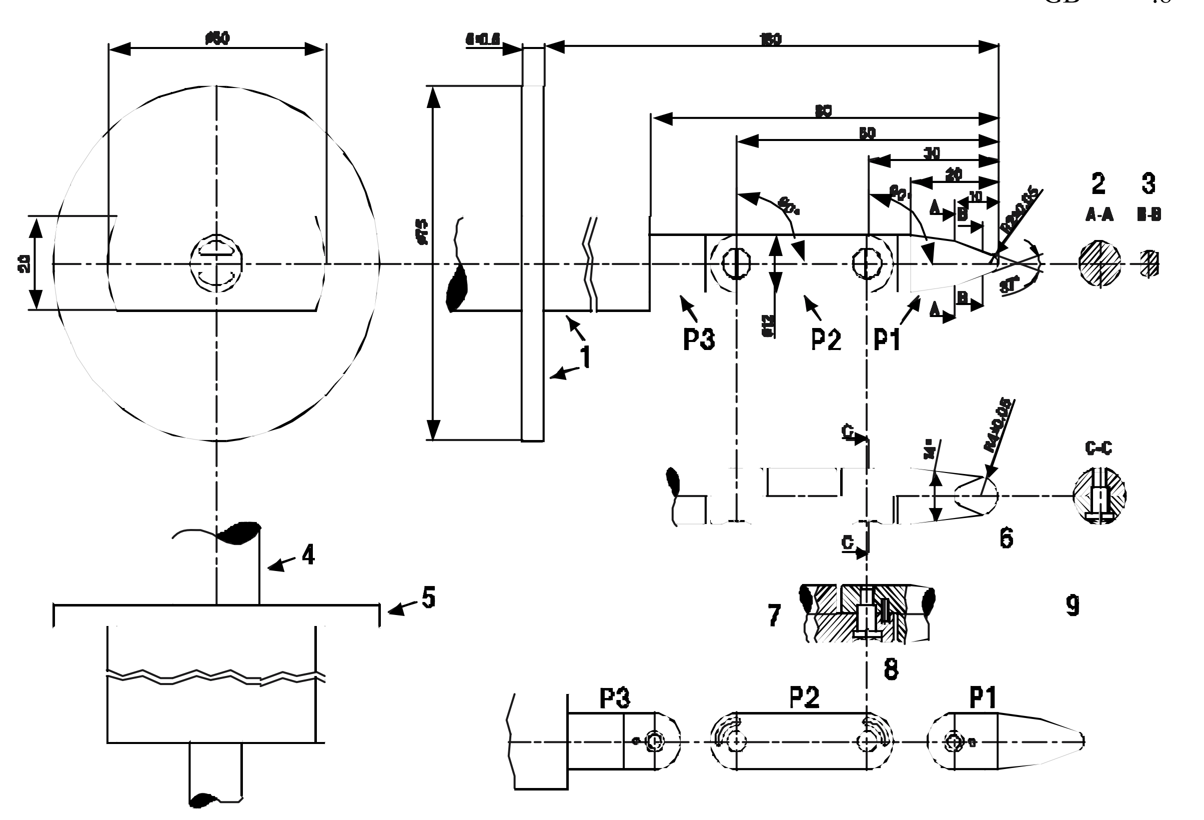
单位为毫米



指尖的尺寸和公差见图 B.2。

图 B.1 刚性试验指（GB/T 16842 的试具 11）

单位为毫米



1——绝缘材料；

2——AA 剖面；

3——BB 剖面；

4——手柄；

5——档板；

6——球形；

7——细节 X（示例）；

8——侧视图；

9——所有边缘倒角

未规定公差的尺寸的公差为：

——对角度：$^{0}_{-10'}$

——对线性尺寸：

≤25mm 时：$^{0}_{-0,05}$ mm

＞25mm 时：±0.2mm

试验指材料：经过热处理的钢材等。

该试验指的两个关节可以弯曲 $(90^{+10}_{0})°$ 但是只可以在同一平面内弯曲。

为了使弯曲角度限制在 90°，采用销和槽的解决办法仅仅是各种可能解决的途径之一。由于这一原因，所以图中未给出这些细节的尺寸和公差。实际设计应当保证 (90^{+10}_{0})° 的弯曲角。

图 B.2 铰接式试验指（GB/T 16842 的试具 B）

附　录　C

（规范性附录）

电气间隙和爬电距离的测量

附录 C（规范性附录）电气间隙和爬电距离的测量

例 1 至例 11 中规定的、适用于各种实例的沟槽宽度 X 按不同的污染等级规定如下。

下面的例子中规定的尺寸 X 有一个最小值，取决于表 C.1 给出的污染等级。

表 C.1 污染等级

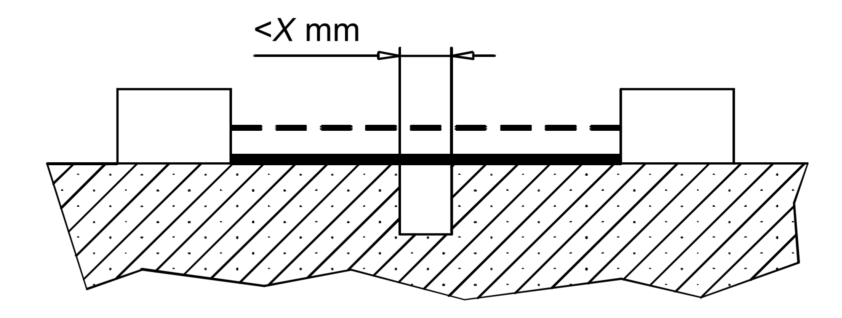
污染等级	尺寸 X 最小值/mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5

如果所涉及的电气间隙小于 3mm，则最小尺寸 X 可减小到该电气间隙的三分之一。

测量电气间隙和爬电距离的方法在下面例 1 至例 11 中说明。这些例子不区分裂缝和沟槽也不区分绝缘的类型。

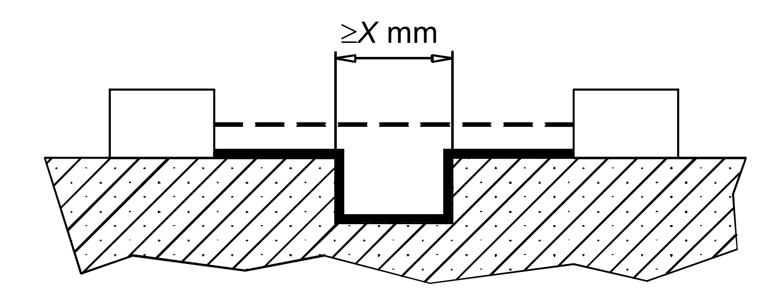
需要做出以下一些假定：

a) 如果跨越沟槽的宽度大于或等于 X，爬电距离要沿沟槽的轮廓线进行测量（见例 2）。
b) 假定任何凹槽桥接有一段长度等于 X 的绝缘连杆，而且桥接在最不利的位置（见例 3）。
c) 在相互间能处于不同位置的零部件之间测量电气间隙和爬电距离时，要在这些零部件处于最不利的位置测量。



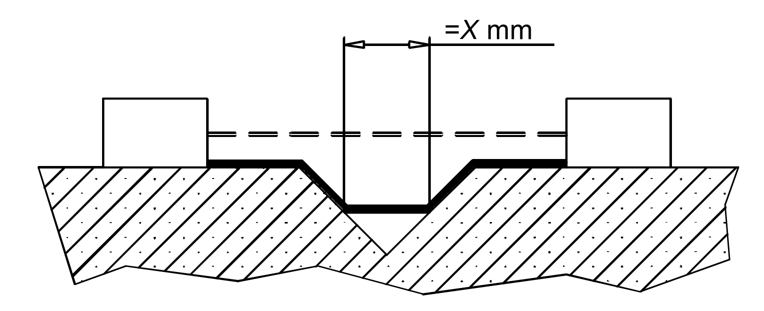
例 1 所测量的路径包含一条任意深度，宽度小于 X、槽壁平行或收敛的沟槽。

直接跨沟槽测量爬电距离和电气间隙。



例 2 所测量的路径包含一条任意深度，宽度等于或大于 X、槽壁平行的沟槽。

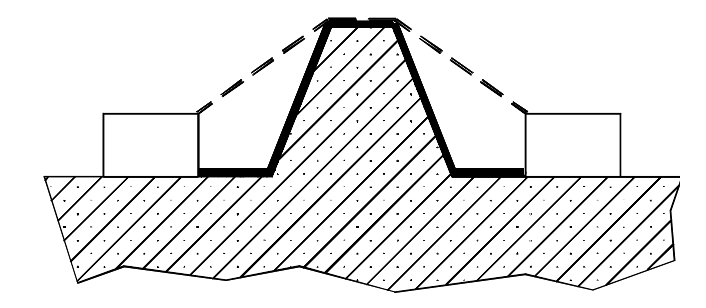
电气间隙就是“视线”距离。爬电距离是沿沟槽轮廓线伸展的通路。



例 3 所测量的路径包含一条宽度大于 X 的 V 形沟槽。

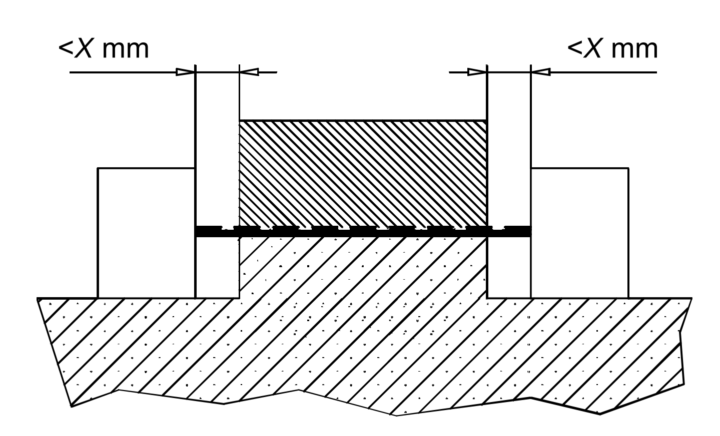
电气间隙就是“视线”距离。

爬电距离是沿沟槽轮廓线伸展的通路，但沟槽底部用长度为 X 的连杆“短接”。



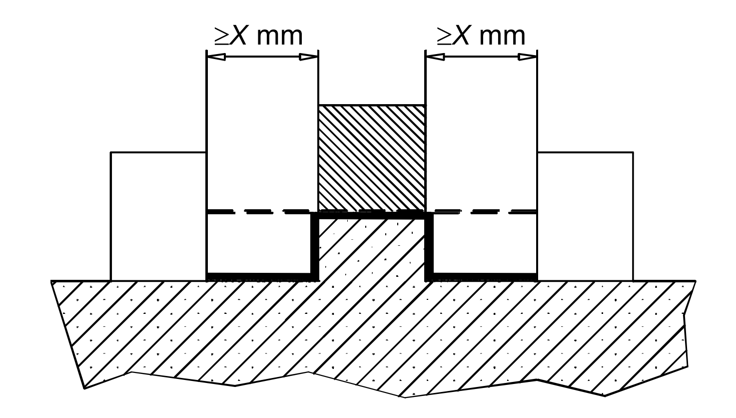
例 4 所测量的路径包含一根肋条。

电气间隙是越过肋条顶部最短直达空间通路。爬电距离是沿肋条轮廓线伸展的通路。



例 5 所测量的路径包含一条未粘合的接缝，该接缝的两侧各有一条宽度小于 X 的沟槽。

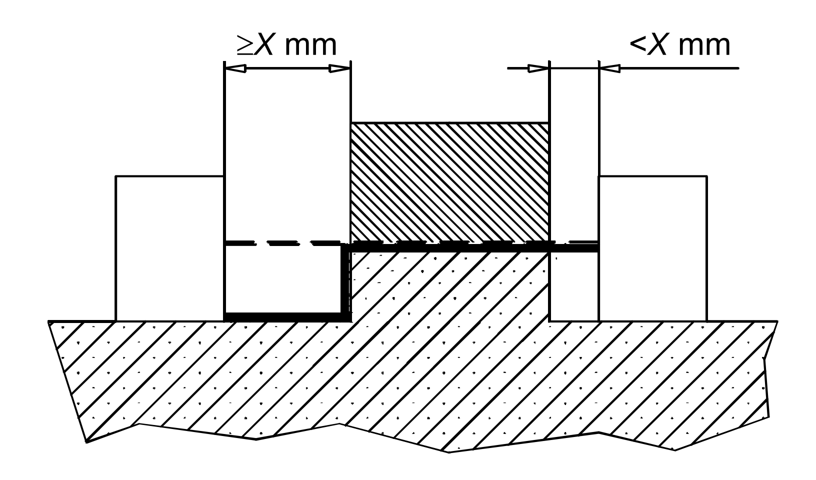
爬电距离和电气间隙是如图所示的“视线”的距离。



例 6 所测量的路径包含一条未粘合的接缝，该接缝的两侧各有一条宽度大于或等于 X 的沟槽。

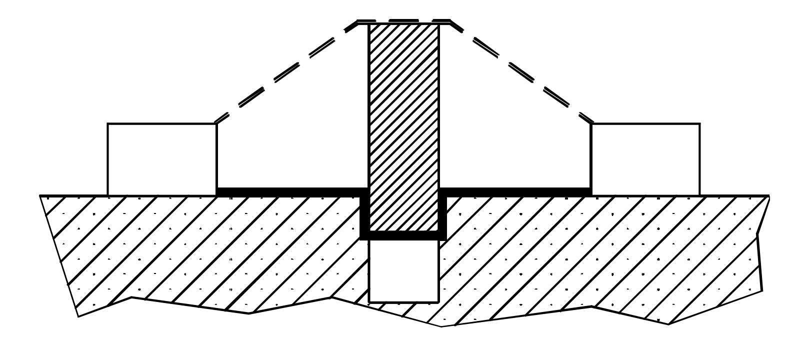
电气间隙是“视线”的距离。

爬电距离是沿沟槽轮廓线伸展的通路。



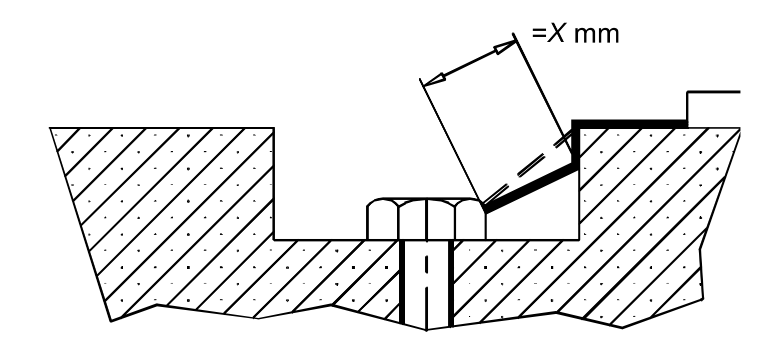
例 7 所测量的路径包含一条未粘合的接缝，该接缝的一侧有一条宽度小于 X 的沟槽，另一侧有一条宽度等于或大于 X 的沟槽。

爬电距离和电气间隙如图所示。

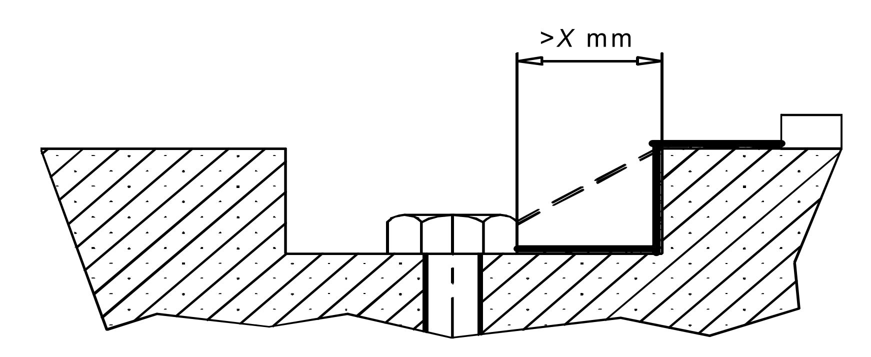


例 8 通过未粘合接缝的爬电距离小于越过挡板的爬电距离。

电气间隙是越过挡板顶部最短直达空间距离。

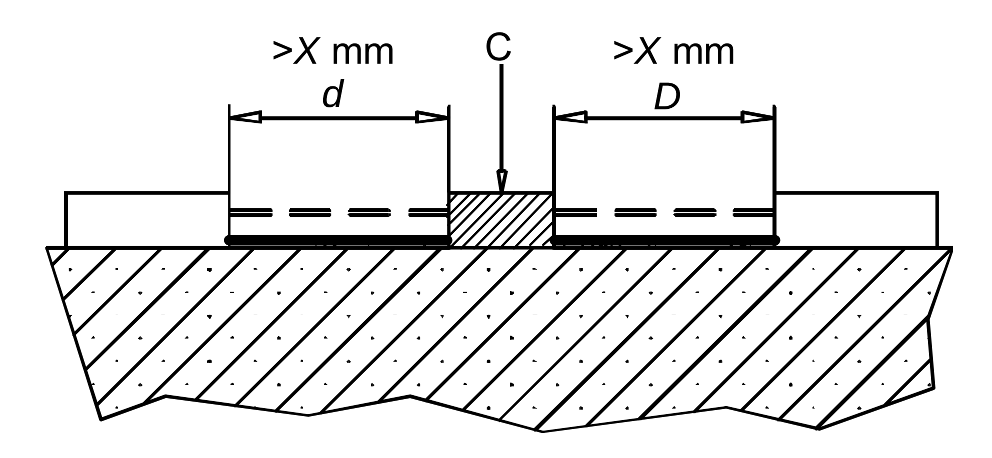


例 9 由于螺钉头与凹槽槽壁之间的空隙太窄，所以不必考虑该空隙。



例 10 由于螺钉头与凹槽槽壁之间的空隙足够宽，所以必须考虑该空隙。

当该空隙的距离等于 X 时，爬电距离的测量值就是从螺钉到槽壁的距离。



例 11　C 为一浮地零部件。

电气间隙和爬电距离 d+D。

爬电距离

电气间隙

图 C.1 电气间隙和爬电距离测量方法的例子

附 录 D

（规范性附录）
其间规定绝缘要求的零部件
（见 6.4 和 6.5.2）

下列符号在图 D.1 至 D.3 中用来表示：

a) 要求：

B 要求基本绝缘；

D 要求双重绝缘和加强绝缘。

b) 电路和零部件：

A 与保护导体端子不连接的可触及零部件；

H 正常条件下是危险带电的电路；

N 正常条件下不超过 6.3.2 限值的电路；

R 与基本绝缘组合形成保护阻抗的高阻抗[见 6.5.3c）]；

S 保护屏；

T 可触及的外部端子；

Z 次级电路的阻抗。

所给出的次级电路也可以被认为只是零部件。

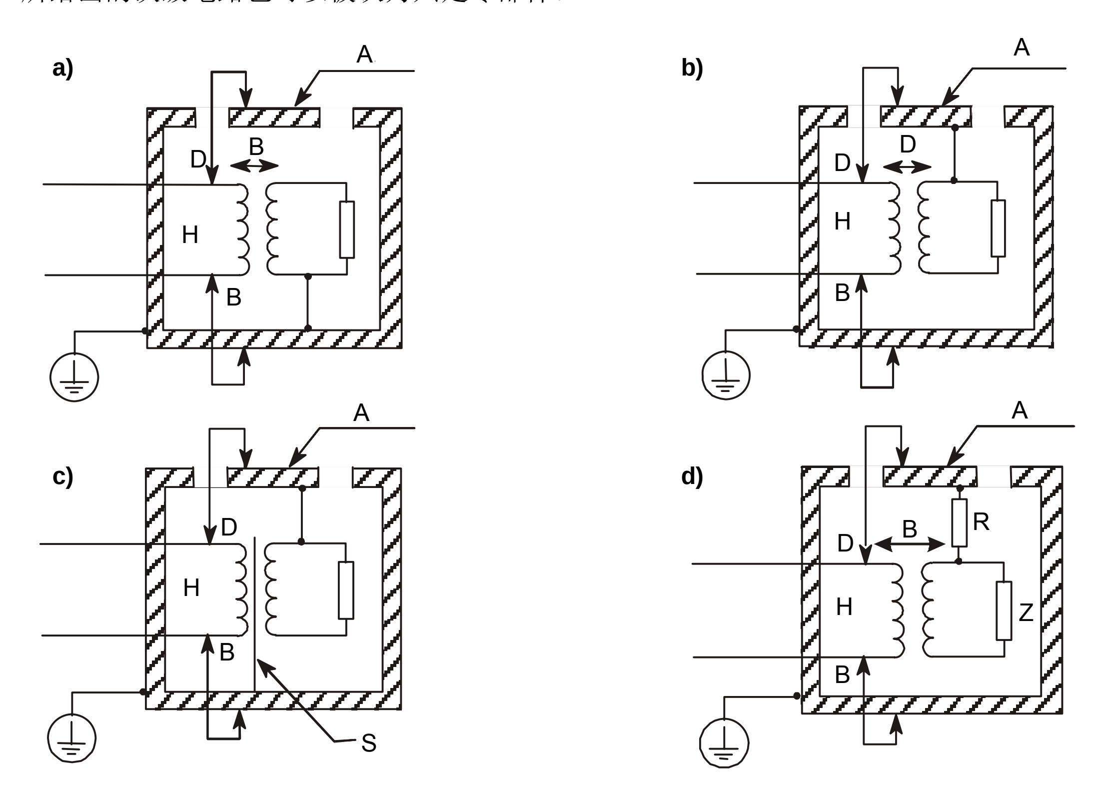


图 D.1a）至 d） 危险带电电路与正常条件下不超过 6.3.2 限值且具有可触及零部件的外部端子的电路之间的防护

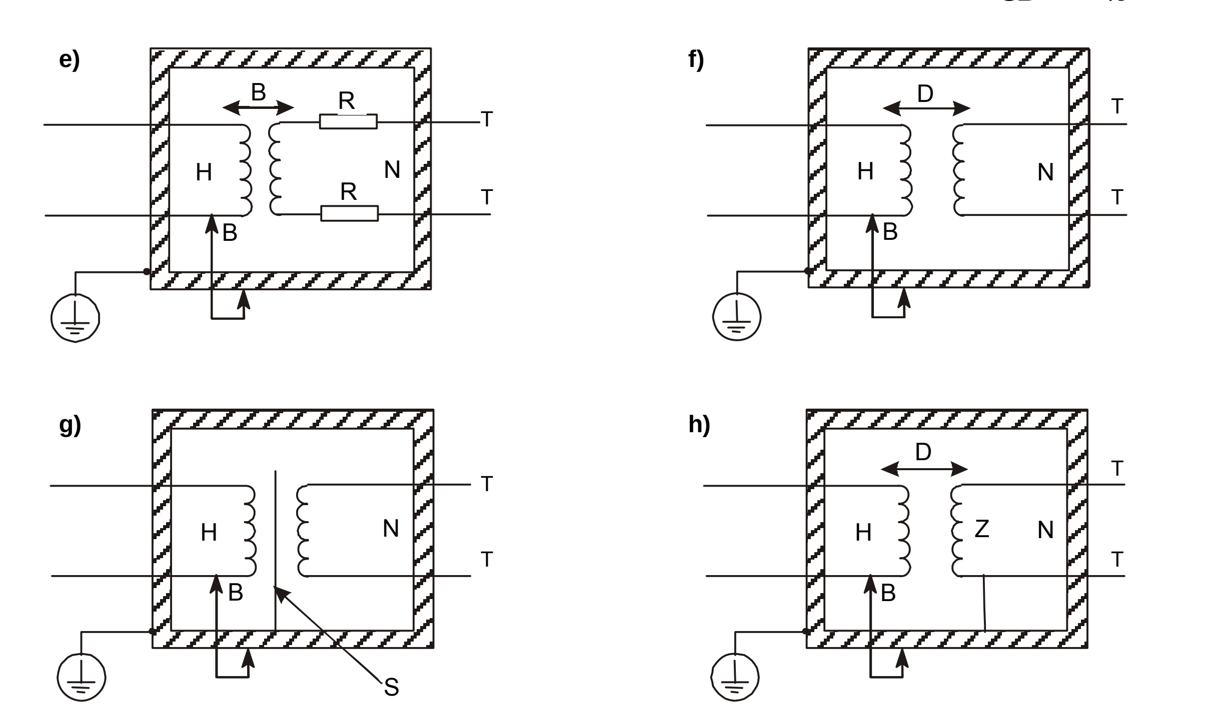


图 D.1e）至 h） 危险带电电路与正常条件下不超过 6.3.2 限值且具有外部端子的其他电路之间的防护

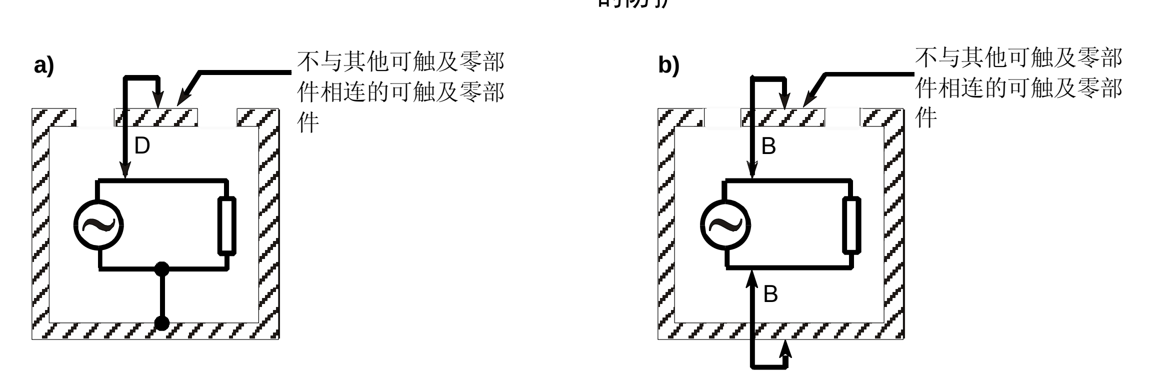


图 D.2a）和 b） 不与其他可触及零部件相连的可触及件对内部危险带电电路的防护

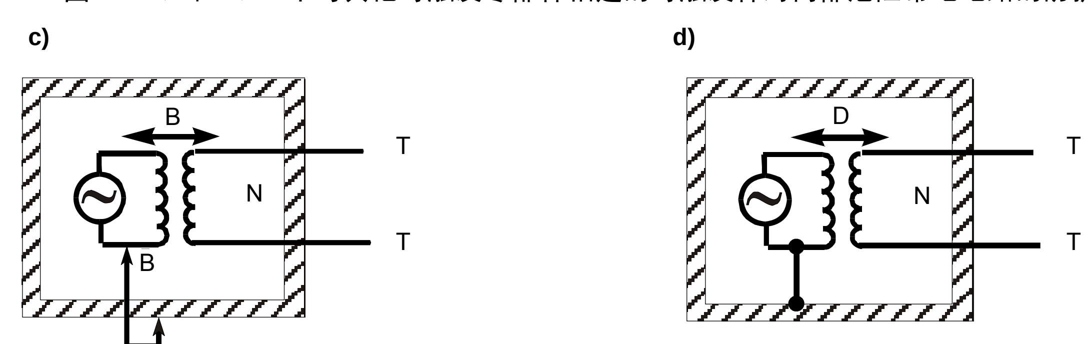


图 D.2c）和 d） 正常条件下不超过 6.3.2 限值的次级电路的可触及端子对初级危险带电电路的防护

注：图 D.2c）和 D.2d）所示的电路也可以有其他防护措施，例如保护屏、电路保护连接（见 6.5.1）和保护阻抗（见 6.5.3）。

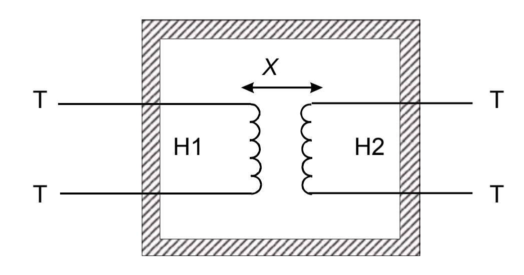


图 D.3　两个危险带电电路的外部可触及端子的防护

注：未与保护导体端子连接的可触及零部件和两个危险带电电路中任一电路之间的绝缘要求如图 D.1a）至 D.1d）所示。

X的试验电压按下面最严酷的一种情况来确定：

B（基本绝缘）—如果危险带电电路H1和危险带电电路H2两者是已连接好的，则试验电压根据电路之间的绝缘所承受的最高额定工作电压来确定；

D（双重绝缘）—如果危险带电电路H1是已连接好的，危险带电电路H2的端子在进行连接时又是可触及的，则试验电压根据危险电路H1的绝缘所承受的最高额定工作电压来确定；

D（双重绝缘）—如果危险带电电路H2是已连接好的，危险带电电路H1的端子在进行连接时是可触及，则试验电压根据危险电路H2的绝缘所承受的最高额定工作电压来确定。

附　录　E

（规范性附录）

污染等级的降低

表　E.1 通过采用附加防护使内部环境污染等级的降低。

附加防护	从外部环境污染等级 2 降至	从外部环境污染等级 3 降至
采用 GB 4208 的 IPX4 外壳	2	2
采用 GB 4208 的 IPX5 或 IPX6 外壳	2	2
采用 GB 4208 的 IPX7 或 IPX8 外壳	2（见注）	2（见注）
采用气密密封的外壳	1	1
采用连续加热	1	1
采用密封	1	1
采用使用涂层	1	2
注：如果电动执行机构制造时已确保其内部是低湿度的，且说明书又规定，在打开外壳后再次合上外壳时，必须在湿度受控的环境中进行或者必须使用干燥剂，则污染等级就能降至 1 级。		

附 录 F

（规范性附录）

例行试验

制造厂商对其生产的带有危险带电零部件和可触及导电零部件的电动执行机构应当100%的进行F.1至F.3的试验。

除非能清楚地表明其试验结果在后续的制造阶段是有效的，否则应当使用完全组装好的电动执行机构来进行试验。进行试验时不得拆掉电动执行机构电线、改装或拆开电动执行机构，但是如果接线罩盖对试验有影响，则应当将其拆下。电动执行机构在试验期间不得通电。

电动执行机构不需要包上金属箔，也不需要进行潮湿预处理。

F.1 保护接地

电动执行机构的保护导体端子与外壳之间，以及与保护导体端子相连的所有可触及导电零部件之间进行接地连续性试验，试验电流值不作规定。

F.2 电网电源电路

在一端为连接在一起的电网电源端子，以及另一端为连接在一起的所有可触及导电零部件之间，施加 6.8 规定的（但不进行潮湿预处理）对应于基本绝缘的试验电压。就本标准而言，预定要与其他设备的非带电的电路相连的任何输出端子的接触件被认为是可触及导电零部件。

试验电压应当在2s内升至规定值，并至少保持2s。

不得出现击穿或重复的飞弧，不考虑电晕效应和类似现象。

F.3 其他电路

电动执行机构的输入/输出端子与可触及导电零部件之间施加试验电压，施加的电压值为工作电压的1.5倍。如果电压限制（箝位）装置在低于1.5倍的工作电压下动作，则施加的电压值为0.9倍的箝位电压，但不小于工作电压。

不得出现击穿或重复的飞弧，不考虑电晕效应和类似现象。